Environnement Canada
Conservation et Protection

Environment Canada
Conservation and Protection

collection
ENVIROGUIDE

L'OXYDE DE PROPYLÈNE

Canada

avril 1985

87-01879/

COLLECTION "ENVIROGUIDE"

La collection "Enviroguide" est constituée de guides d'information technique à utiliser en cas de déversements de matières dangereuses. Chaque guide fournit une masse considérable d'information relative au produit chimique dont il traite. L'information ainsi présentée a pour but d'aider l'utilisateur à mettre sur pied un plan d'intervention en cas d'accident et à évaluer les incidences sur l'environnement que peut avoir tel ou tel polluant. Le contenu de chacun des guides a été vérifié par la Direction des services techniques du Service de la protection de l'environnement avant que ne soit autorisée sa publication. Il est à noter qu'une telle autorisation n'implique pas que le contenu des guides reflète les points de vue ou la politique du Service de la protection de l'environnement. De même, le fait de mentionner des marques déposées ou des noms de produits commerciaux ne doit pas être interprété comme une forme de recommandation.

collection
ENVIROGUIDE

L'OXYDE DE PROPYLÈNE

CONSERVATION ET PROTECTION
DIRECTION GÉNÉRALE DES PROGRAMMES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
DIRECTION DES SERVICES TECHNIQUES

OTTAWA
AVRIL 1985
ENVIRONNEMENT CANADA

Publication
distribuée par la Section des publications
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 1C8

Édition française de
Propylene Oxyde
préparée par le Module d'édition française

English copy available at the above mentioned address

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1986

N° de cat. En48-10/41-1986F

ISBN 0-662-93818-6

AVANT-PROPOS

La collection "Enviroguide" a été lancée officiellement en 1983. Elle est constituée de guides d'information technique sur les produits chimiques qui sont les plus souvent en cause dans les cas de déversements accidentels. Les guides, qui s'adressent à des spécialistes dans le domaine des déversements, sont conçus pour aider à planifier les interventions d'urgence et évaluer les incidences sur l'environnement.

Vu la grande quantité d'information présentée et le caractère très technique des guides, ces derniers ne s'adressent pas au personnel de première intervention, pour qui existent déjà des manuels plus appropriés.

L'information offerte a été glanée en majeure partie dans des publications déjà existantes. Les auteurs ont pris grand soin, aussi bien au stade de la compilation qu'à celui de la révision, de vérifier la justesse des éléments retenus. Néanmoins, il ne faut pas voir dans la publication de ces éléments d'information une forme de recommandation de la part du gouvernement du Canada ni de quelque autre groupe.

REMERCIEMENTS

La version définitive du présent guide est l'oeuvre du personnel du Service de la protection de l'environnement, qui a procédé à la refonte de nombreux passages du texte initial, ajouté maints renseignements et commentaires et préparé les schémas et les figures.

Le travail préliminaire avait été donné à contrat par Environnement Canada aux firmes M.M. Dillon Consulting Engineers and Planners, Concord Scientific Corporation et Waterloo Engineering Limited.

L'abondance de détails qu'on trouve dans le guide est le fruit de la collaboration de plusieurs personnes, organismes et institutions qui ont fourni des données et des conseils précieux, au stade de la compilation comme au stade de la rédaction. Sous ce rapport, l'Association canadienne des fabricants de produits chimiques mérite des remerciements particuliers.

TABLE DES MATIÈRES

	Avant-propos	III
	Remerciements	III
	Liste des figures	VII
	Liste des tableaux	VII
	Abréviations et symboles	IX
	Définitions	XI
	Sigles	XIII
1	**Résumé**	1
2	**Propriétés physiques et chimiques**	4
3	**Production, transport et commerce**	11
3.1	Qualités et titres	11
3.2	Fabricant situé au Canada	11
3.3	Autre fournisseur	11
3.4	Principaux centres de production	11
3.5	Volume de production	11
3.6	Fabrication industrielle	11
3.6.1	Information générale	11
3.6.2	Procédé de fabrication	11
3.7	Principales utilisations au Canada	12
3.8	Principaux acheteurs au Canada	13
4	**Manutention du produit et compatibilité des matériaux**	14
4.1	Citernes et autres récipients d'expédition	14
4.1.1	Transport en vrac	14
4.1.1.1	Wagons-citernes	14
4.1.1.2	Véhicules-citernes routiers	14
4.2	Déchargement	14
4.2.1	Équipement et opération de déchargement des wagons-citernes	14
4.2.2	Spécifications et matériaux de fabrication des organes de déchargement	18
4.3	Compatibilité entre le produit et certains matériaux	18
5	**Fuite et migration du produit**	20
5.1	Aperçu général	20
5.2	Fuite du produit	20
5.2.1	Introduction	20
5.2.2	Nomogrammes des fuites	21
5.2.2.1	Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé	21
5.2.2.2	Perforation dans le haut: fuite de gaz	22
5.2.3	Exemples de calcul	22
5.3	Diffusion dans l'atmosphère	25
5.3.1	Introduction	25
5.3.2	Nomogrammes et tableaux relatifs à la diffusion du panache de vapeurs	25
5.3.2.1	Débit d'émission des vapeurs en fonction du rayon de la nappe et de la température	27
5.3.2.2	Teneur uniformisée en vapeurs en fonction de la distance sous le vent	30
5.3.2.3	Demi-largeur maximale du panache dangereux	33
5.3.2.4	Distance parcourue par le panache en fonction du temps écoulé	33
5.3.3	Étapes du calcul	36

5.4	Comportement dans l'eau	38
5.4.1	Introduction	38
5.4.2	Nomogrammes de la diffusion du polluant dans l'eau	40
5.4.2.1	Diffusion dans les cours d'eau non soumis aux marées	40
5.4.2.2	Diffusion dans les lacs au repos et autres plans d'eau	43
5.4.3	Exemples de calcul	44
5.4.3.1	Teneur en polluant d'un cours d'eau non soumis aux marées	44
5.4.3.2	Teneur moyenne en polluant dans les lacs au repos et autres plans d'eau	44
5.5	Comportement dans le sol de surface et dans le sous-sol	52
5.5.1	Introduction	52
5.5.2	Migration du polluant dans un sol à capacité au champ	52
5.5.3	Coefficient de perméabilité d'un sol saturé vis-à-vis du polluant	52
5.5.4	Types de sol	54
5.5.5	Nomogrammes de la migration	54
5.5.6	Exemple de calcul	54
6	**Protection de l'environnement**	60
6.1	Limites maximales admissibles	60
6.1.1	Qualité de l'eau	60
6.1.2	Qualité de l'air	60
6.2	Toxicité pour les espèces aquatiques	60
6.2.1	Évaluation de la toxicité aux États-Unis	60
6.2.2	Mesures de la toxicité	60
6.3	Toxicité pour les mammifères	60
6.4	Dégradation du polluant	60
6.5	Devenir et effets à long terme	61
7	**Protection de la santé**	62
7.1	Normes de qualité d'air ambiant	62
7.2	Données sur l'action irritante	63
7.2.1	Contact avec la peau	63
7.2.2	Contact avec les yeux	64
7.3	Données sur les propriétés organoleptiques	64
7.3.1	Odeur	64
7.3.2	Saveur	64
7.4	Études sur les effets toxiques	65
7.4.1	Inhalation	65
7.4.2	Ingestion	66
7.4.3	Contact avec la peau (effets disséminés)	66
7.4.4	Mutagénicité, tératogénicité et cancérogénicité	67
7.5	Symptômes et conséquences de l'intoxication	67
7.5.1	Inhalation	67
7.5.2	Ingestion	68
7.5.3	Contact avec la peau	68
7.5.4	Contact avec les yeux	68
8	**Compatibilité chimique**	69
8.1	Compatibilité entre l'oxyde de propylène et divers agents	69
9	**Mesures d'intervention et de sécurité**	71
9.1	Mesures recommandées	71
9.1.1	Danger d'incendie	71
9.1.2	Moyens d'extinction	71
9.1.3	Évacuation de la zone dangereuse	71

9.1.4	Mesures d'intervention en cas de déversement	72
9.1.4.1	Information générale	72
9.1.4.2	Déversements sur le sol	72
9.1.5	Nettoyage et traitement	72
9.1.5.1	Déversement dans l'eau	72
9.1.5.2	Information générale	72
9.1.6	Élimination du polluant	72
9.1.7	Appareils et vêtements de protection	72
9.1.8	Entreposage	74
10	**Cas d'accidents**	75
10.1	Information générale	75
11	**Identification et dosage du polluant**	76
11.1	Dosage du polluant présent dans l'air (analyse quantitative)	76
11.1.1	Chromatographie en phase gazeuse	76
11.2	Identification du polluant présent dans l'air (analyse qualitative)	77
11.3	Dosage du polluant présent dans l'eau (analyse quantitative)	77
11.3.1	Spectrophotométrie dans l'infrarouge	77
11.4	Identification du polluant présent dans l'eau (analyse qualitative)	77
11.5	Dosage du polluant présent dans le sol (analyse quantitative)	78
11.5.1	Spectrophotométrie dans l'infrarouge	78
11.6	Identification du polluant présent dans le sol (analyse qualitative)	78
12	**Références et bibliographie**	79
12.1	Références	79
12.2	Bibliographie	82

LISTE DES FIGURES

1	Tension de vapeur en fonction de la température	7
2	Masse volumique du liquide en fonction de la température	8
3	Diagramme de phases du système $C_3H_6 \cdot H_2O$	8
4	Viscosité des vapeurs en fonction de la température	9
5	Viscosité du liquide en fonction de la température	9
6	Diagramme de phases	10
7	Wagon-citerne de spécification 111A60W1	16
8	Orifice au-dessus ou au-dessous du niveau du liquide	21
9	Pourcentage de liquide restant en fonction du diamètre de l'orifice	23
10	Débit de fuite en fonction du diamètre de l'orifice	23
11	Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé	24
12	Débit de fuite en fonction du diamètre de l'orifice	24
13	Formation d'un panache de vapeurs	26
14	Étapes à suivre pour déterminer la zone dangereuse	28
15	Débit d'émission des vapeurs à différentes températures en fonction du rayon de la nappe	29
16	Teneur uniformisée en vapeurs en fonction de la distance sous le vent	31
17	Conversion des unités de la TLV® (ppm en g/m^3)	32
18	Conversion en g/m^3 du % volumique de la limite inférieure d'inflammabilité	34
19	Distance parcourue par le panache en fonction du temps écoulé	35
20	Zone dangereuse maximale sous un vent invariable	39
21	Zone dangereuse maximale sous un vent variable	39
22	Étapes à suivre pour calculer la teneur en polluant d'un cours d'eau non soumis aux marées	41
23	Distance en fonction du temps	42
24	Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal	45
25	Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique	46
26	Alpha en fonction du coefficient de diffusion turbulente	47
27	Delta en fonction de alpha	48
28	Teneur maximale en fonction de delta	49
29	Volume d'eau en fonction du rayon hydraulique	50
30	Teneur moyenne en fonction du volume d'eau	51
31	Migration dans le sous-sol	53
32	Plan d'utilisation des nomogrammes	55
33	Migration dans un sable grossier	56
34	Migration dans un sable limoneux	57
35	Migration dans un till argileux	58

LISTE DES TABLEAUX

1	Nomogrammes de la conversion	6
2	Spécifications CCT/DOT s'appliquant aux wagons-citernes servant pour l'oxyde de propylène	15
3	Caractéristiques du wagon-citerne de spécification 105A300W	17
4	Compatibilité entre l'oxyde de propylène et certains matériaux de fabrication	19
5	Catégories météorologiques (de stabilité)	30
6	Demi-largeur maximale du panache dangereux de vapeurs d'oxyde de propylène (à 20 °C)	36

ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES

adf	Antidéflagrant
atm	Atmosphère
B	Périmètre mouillé
c.f.	Coupelle fermée
c.o.	Coupelle ouverte
CPG	Chromatographie en phase gazeuse
d	Densité
d vap	Densité de vapeur
d.-v.	Demi-vie
D ext.	Diamètre extérieur
D int.	Diamètre intérieur
DAMM	Diamètre aérodynamique moyen en masse
DBO	Demande biochimique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
D_e	Diamètre d'entrée
DIF	Détecteur d'ionisation à flamme
DMM	Diamètre moyen en masse
DMN	Diamètre moyen en nombre
DMV	Diamètre moyen en volume
DPI	Détecteur à photo-ionisation
D_s	Diamètre de sortie
DL min.*	Dose létale minimale
DL 50*	Dose létale moyenne
DT min.	Dose toxique minimale
et coll.	Et collaborateurs
eV	Électronvolt
f. n. éq.	Fumée normalisée équivalente
gal imp.	Gallon impérial
h	Hauteur
IDLH*	*Immediately Dangerous to Life or Health*
IR	Infrarouge
j	Jour
J	Joule
K	Coefficient de perméabilité
K_0	Coefficient de perméabilité d'un sol saturé
k	Coefficient de perméabilité intrinsèque
l	Litre
L.I.E.	Limite inférieure d'explosibilité
L.I.I.	Limite inférieure d'inflammabilité
L.S.E.	Limite supérieure d'explosibilité
L.S.I.	Limite supérieure d'inflammabilité
m	Masse
M	Molaire
MAK*	Teneur maximale admissible
MAK-D*	Teneur maximale admissible
MAK-K*	Teneur maximale admissible - courte durée
max.	Maximum
mé/l	Milliéquivalent par litre
MIK*	Teneur maximale d'immission
min.	Minimum
mn	Minute
M mol.	Masse moléculaire
M vol.	Masse volumique
mol	Mole
MPT	Moyenne pondérée en fonction du temps
N	Newton
N	Normal
Pa . s	Pascal seconde
pds éq.	Poids équivalent
ppb	Parties par milliard (10^{-9})
ppm	Parties par million (10^{-6})
ppt	Parties par mille (10^{-3})
psi	*Pounds per square inch*
P	Pression
P_c	Pression critique
PEL*	*Permissible Exposure Limit*
Po	Poise
Pt cong.	Point de congélation
Pt déf.	Point de déflagration
Pt dét.	Point de détonation
Pt ébul.	Point d'ébullition
Pt écl.	Point d'éclair
Pt écoul.	Point d'écoulement
Pt fus.	Point de fusion
Pt liq.	Point de liquéfaction
PVC	Chlorure de polyvinyle
q	Débit
q_e	Débit d'entrée
q_f	Débit de fuite
q_m	Débit-masse
q_s	Débit de sortie
q_v	Débit-volume
std	Standard
SM	Spectroscopie de masse
St	Stokes
STEL*	*Short Term Exposure Limit*
t	Tonne
t	Temps
temp.	Température
$temp._a$	Température ambiante
$temp._c$	Température critique
TE 50*	Teneur efficace moyenne
tf	Tonne forte
TI 50*	Teneur inhibitrice moyenne
TLm*	Tolérance moyenne
TL min.*	Teneur létale minimale

TL 50*	Teneur létale moyenne
TLV®*	*Threshold Limit Value*
TLV® -C*	*Threshold Limit Value-Ceiling*
TPN	Température et pression normales
TT min.*	Teneur toxique minimale
u	Vitesse du vent
μ	Viscosité
vap	Vapeur
V	Vitesse d'écoulement
V biod.	Vitesse de biodégradation
V évap.	Vitesse d'évaporation
vol.	Volume
°Bé	Degré Baumé
°C	Degré Celsius
ϕ	Diamètre
x	Distance sous le vent
~~W~~	Ne pas utiliser d'eau comme moyen d'extinction

* Les abréviations suivies d'un astérique sont expliquées dans la section Définitions.

DÉFINITIONS

Les définitions figurant ci-dessous valent pour la collection "Enviroguide". Le lecteur notera qu'elles n'ont pas toujours une portée générale. Pour plus de détails, ou pour d'autres définitions, se reporter au Manuel d'introduction *Enviroguide*.

Bio-accumulation. - Rétention sans cesse croissante d'une substance dans les tissus d'un organisme tout au long de son existence (le facteur de bioconcentration augmentant sans cesse).

Bio-amplification. - Rétention d'une substance dans les tissus à des teneurs de plus en plus élevées au fur et à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie des organismes de la chaîne alimentaire.

Bioconcentration. - Rétention d'une substance dans les tissus d'un organisme au point que la teneur des tissus en cette substance surpasse la teneur du milieu ambiant en cette substance, à un moment donné de la vie de cet organisme.

Concentration. - Comme ce mot a des sens multiples et parfois mal définis selon qu'il s'agit de chimie, de biologie ou d'écologie, on lui a préféré des termes jugés plus précis, tels titre, teneur et bioconcentration.

Contaminant. - Polluant qui figure sur une liste de produits dangereux, établie en vertu de la *Loi sur les contaminants de l'environnement*.

Dose létale minimale. - Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la dose définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible dose (autre que la DL 50) d'une substance dont l'absorption, excluant l'inhalation, en une ou plusieurs prises, au bout d'un temps donné, a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. DL min.

Dose létale moyenne (1). - Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la dose qui tue, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. DL 50.

Dose létale moyenne (2). - À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la dose (calculée) d'une substance censée entraîner, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'absorption, excluant l'inhalation, d'une quantité de cette substance par un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. DL 50.

Dose toxique minimale. - La plus faible dose d'une substance, introduite par toute autre voie que l'inhalation, pendant quelque période de temps que ce soit, dont l'absorption a été signalée comme cause d'effet toxique chez des personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. DT min.

Facteur de bioconcentration. - Rapport de la teneur en une substance des tissus d'un organisme exposé (moins la teneur d'un organisme témoin) à la teneur en cette substance du milieu ambiant.

IDLH *(Immediately Dangerous to Life or Health).* - Teneur plafond à laquelle, dans un délai maximal d'exposition de 30 minutes, il est possible à une personne de fuir les lieux exposés sans qu'il n'y ait manifestation de signes fonctionnels d'intoxication, perturbation irréversible de la santé ou décès. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Immission. - Transfert d'un polluant de l'atmosphère vers un "récepteur" qui peut être une personne, un animal, une plante. La teneur maximale d'immission, mentionnée au chapitre 7, se rapporte au polluant retenu dans les poumons. Il s'agit d'un concept d'origine allemande, adopté par l'ISO.

Létal. - En toxicologie, synonyme de mortel.

MAK *(Maximale Arbeidsplatz Konzentration).* - Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RFA.

MAK-D. - Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

MAK-K. - Teneur limite admissible en milieu de travail pour une période très courte ne dépassant pas 30 minutes. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

PEL *(Permissible Exposure Limit).* - Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle peuvent être exposés des travailleurs pendant une période de relève. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Polluant. - Agent physique, chimique ou biologique qui provoque une dégradation dans un milieu donné.

STEL (TLV - *Short Term Exposure Limit).* - Teneur limite à laquelle les travailleurs peuvent être exposés de façon continue pour une courte période sans souffrir d'irritation, de dommage irréversible aux tissus ou d'une narcose suffisamment grave pour accroître la probabilité de blessure par accident, diminuer la capacité de fuir ou réduire physiquement l'efficacité au travail, en prenant pour acquis que la TLV quotidienne n'a pas été dépassée. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

Teneur. - Quantité de matière solide, liquide ou gazeuse, rapportée à une masse ou à un volume d'autres matières dans lesquelles elle est en mélange, suspension ou dissolution.

Teneur efficace moyenne. - Dans le cas de la toxicité pour la micro-faune, il s'agit de la teneur à laquelle se produit, chez 50 p. 100 de la population, pour une durée d'exposition donnée, un effet tel que l'immobilisation, la perte de l'équilibre, une déficience de croissance ou même la mort. Abrév. TE 50.

Teneur inhibitrice moyenne. - Dans le cas de la toxicité pour la micro-flore ou la micro-faune, il s'agit de la toxicité qui inhibe à 50 p. 100 une activité biologique (par exemple, la croissance) en un temps déterminé. Abrév. TI 50.

Teneur létale minimale. - Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la teneur définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible teneur (autre que la TL 50) de l'air en une substance dont l'inhalation a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. TL min.

Teneur létale moyenne (1). - Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la teneur à laquelle meurent, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. TL 50.

Teneur létale moyenne (2). - À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la teneur (calculée) de l'air en une substance dont l'inhalation est censée provoquer, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'exposition d'un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. TL 50.

Teneur plafond. - Teneur maximale admissible établie pour une durée d'exposition bien déterminée, dans le cas d'une substance très toxique. (L'IDLH et la TLV® -C sont des teneurs plafonds.)

Teneur toxique minimale. - La plus faible teneur de l'air en une substance à laquelle des personnes ou des animaux ont été exposés, pour quelque période de temps que ce soit, sans qu'il ait eu d'effet toxique chez les personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. TT min.

Titre (d'une solution, en chimie). - Rapport de la masse d'une substance dissoute

à la masse totale ou du nombre de moles d'un constituant au nombre total de moles.

TLV• *(Threshold Limit Value).* - Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle la majorité des travailleurs peuvent être exposés régulièrement à raison de 8 heures par jour, 5 jours par semaine, sans subir d'effet nocif. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

TLV• -C *(Threshold Limit Value-Ceiling).* - Teneur limite admissible pour un moment donné. Il s'agit d'une valeur plafond définie et déterminée par l'ACGIH.

Tolérance moyenne. - Niveau de tolérance correspondant à la teneur à laquelle 50 p. 100 des sujets d'un test survivent au bout d'un temps donné. Abrév. TLm.

SIGLES

ACGIH	American Conference of Government Industrial Hygienists
ANSI	American National Standards Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWQC	Ambient Water Quality Criteria (USA)
AWWA	American Water Works Association
CAS	Chemical Abstracts Service Registry System
CBG	Chemical Buyer's Guide (USA)
CCD	Condensed Chemical Dictionary (USA)
CCPA	Canadian Chemical Producers Association
CCT	Commission canadienne des transports
CHRIS	Chemical Hazards Response Information System (USA)
DOT	Department of Transportation (USA)
EPA	Environmental Protection Agency (USA)
ITII	International Technical Information Institute (Japon)
MCA	Manufacturing Chemists Association (USA)
MDT	Ministère des Transports (du Canada)
NACE	National Association of Corrosion Engineers (USA)
NAS	National Academy of Sciences (USA)
NFPA	National Fire Protection Association (USA)
NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health
NRC	National Research Council (USA)
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (USA)
STCC	Standard Transportation Commodity Code (Amérique du Nord)

1 RÉSUMÉ

Oxyde de propylène (CH_3CHOCH_2)

Liquide incolore, d'odeur agréable, semblable à celle de l'éther.

Synonymes

Époxy-1,2 propane (en anglais: *propylene oxide*)

Numéros d'identification

UN1280; CAS 75-56-9; OHM-TADS 7216878; STCC 4906620

Qualité et teneur

Qualité technique (ou commerciale): 99,9 p. 100

Dangers immédiats

Incendie: produit inflammable. Risque de retour de flamme le long de la traînée de vapeurs.

Effets sur l'homme: moyennement toxique par inhalation.

Effets sur l'environnement: moyennement toxique pour les espèces du milieu aquatique.

Données relatives aux propriétés physiques

État (15 °C, 1 atm)	Liquide
Point d'ébullition	34,2 °C
Point de fusion	- 112 °C
Inflammabilité	Inflammable
Point d'éclair	- 37 °C (c.f.)
Tension de vapeur	58,6 kPa (20 °C)
Masse volumique	0,83 g/ml (20 °C)
Miscibilité à l'eau	40,5 g/100 g (20 °C)
Comportement dans l'eau	Miscible; aucune réaction
Comportement dans l'air	Les vapeurs sont plus lourdes que l'air
Plage du seuil olfactif	10 à 200 ppm

Dangers pour l'environnement

L'oxyde de propylène est toxique pour les espèces du milieu aquatique à de faibles teneurs déjà (de l'ordre de 140 mg/l). Comme le produit s'évapore rapidement, il ne séjourne pas longtemps dans l'eau ou dans le sol.

Dangers pour l'homme

TLV• (teneur maximale admissible établie par l'ACGIH): 20 ppm (50 mg/m^3).

IDLH (teneur immédiatement dangereuse pour la vie ou la santé, établie par le NIOSH): 2000 ppm.

Effets en cas d'inhalation. - Irritation des muqueuses nasales, de la gorge et des poumons, maux de tête, nausées, parfois évanouissement.

Effets en cas de contact. - (Peau) irritation, brûlures et ampoules. (Yeux) irritation et brûlures de la cornée.

Effets en cas d'ingestion. - Irritation et brûlures des muqueuses buccales et de l'appareil digestif, nausées et vomissements.

Dispositions immédiates à prendre

• En cas de déversement

Interdire l'accès au lieu où s'est produit l'accident. Signaler que le produit est "INFLAMMABLE". Avertir le service d'incendie et le fabricant. Éliminer tout risque d'inflammation. Faire cesser immédiatement la circulation de véhicules et le fonctionnement de machines et appareils. Arrêter la fuite et confiner le liquide déversé, si cela ne présente aucun danger. Éviter tout contact avec le liquide et ne pas inhaler les vapeurs qu'il dégage. Intervenir dos au vent, la nappe devant soi. Empêcher que de l'eau polluée par le produit atteigne un égout ou un cours d'eau.

• En cas d'incendie

Ne pas tenter de circonscrire l'incendie à moins d'avoir arrêté la fuite du produit. Utiliser une mousse anti-alcool, de la poudre sèche, du dioxyde de carbone, ou de l'eau pulvérisée pour éteindre le feu. Refroidir à l'eau les récipients exposés aux flammes. Ceux-ci peuvent exploser à la chaleur du feu. Se tenir éloigné des extrémités des citernes.

Mesures d'intervention d'urgence

• Oxyde de propylène répandu sur le sol

Ériger des barrières naturelles pour contenir le liquide déversé. Récupérer si possible à l'aide de pompes ou de dispositifs d'aspiration. Absorber le liquide résiduel avec des sorbants incombustibles et déposer dans des récipients d'acier munis d'un couvercle.

• Oxyde de propylène déversé dans l'eau

Si possible, traiter l'eau polluée.

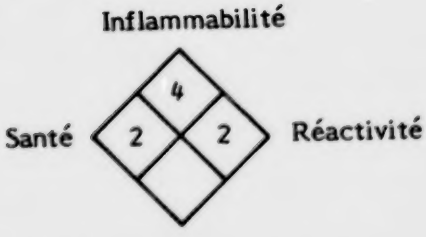
• Oxyde de propylène émis dans l'atmosphère

Rabattre les vapeurs au sol et les disperser à l'aide d'un jet d'eau. Recueillir si possible l'eau de ruissellement en vue d'un traitement ultérieur.

Évaluation du risque selon la NAS

	Cote
Incendie	4
Santé	
Irritation causée par des vapeurs	3
Irritation causée par le produit à l'état liquide ou solide	2
Intoxication	2
Pollution de l'eau	
Toxicité pour l'homme	2
Toxicité pour les espèces vivantes du milieu aquatique	1
Atteinte à l'esthétique de l'environnement	1
Réactivité	
Autres produits chimiques	3
Eau	1
Réaction spontanée	3

Classement des risques selon la NFPA



Champ inférieur vide: utiliser l'eau comme moyen d'extinction

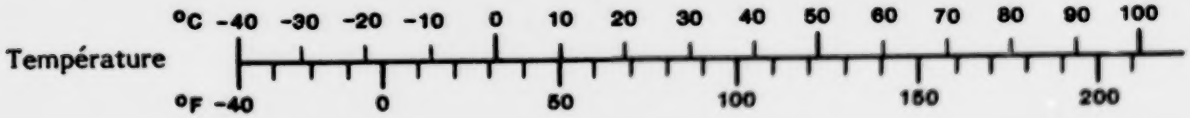
2 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Aspect	Liquide incolore (Arco MSDS, 1981)
État à l'expédition	Liquide
État d'agrégation (15 °C, 1 atm)	Liquide
Variables d'état	
Point de fusion	- 112 °C (Kirk-Othmer, 1982; Ullmann, 1975)
Point d'ébullition	34,2 °C (Kirk-Othmer, 1982; Ullmann, 1975)
Tension de vapeur	58,6 kPa (20 °C) (Kirk-Othmer, 1982)
Masse volumique et densités	
Masse volumique	0,83 g/ml (20 °C) (Kirk-Othmer, 1982)
Densité relative	0,85 (0 °C) (Arco MSDS, 1981) 0,826 (25°/25 °C) (Dow ERIS, 1981)
Densité de la vapeur	2,0 (Arco MSDS, 1981)
Données relatives à l'inflammabilité et à la combustion	
Inflammabilité	Liquide inflammable (NFPA, 1978)
Point d'éclair, c.f.	- 37 °C (NFPA, 1978)
Température d'auto-inflammation	449 °C (NFPA, 1978)
Vitesse de combustion	3,3 mm/mn (CHRIS, 1978)
Limite supérieure d'inflammabilité	37,0 p. 100 (vol./vol.) (NFPA, 1978)
Limite inférieure d'inflammabilité	2,8 p. 100 (vol./vol.) (NFPA, 1978) 2,3 p.100 (vol./vol.) (Ullmann, 1975)
Chaleur de combustion	1750 kJ/mol (CHRIS, 1978) 1890 kJ/mol (Ullmann, 1975)
Produits de combustion	Dioxyde de carbone et eau
Risque de retour de flamme	Les vapeurs peuvent parcourir une distance considérable, atteindre une source possible d'inflammation et produire un retour de flamme (NFPA, 1978)
Explosibilité	Les vapeurs forment avec l'air des mélanges explosifs (NFPA, 1978)
Comportement au feu	Au contact de l'aluminium ou d'autres métaux ou corps chimiques, il peut y avoir polymérisation avec dégagement de chaleur et explosion du récipient (NFPA, 1978)
Risques d'inflammation d'origine électrique	Une décharge d'électricité statique peut enflammer le produit

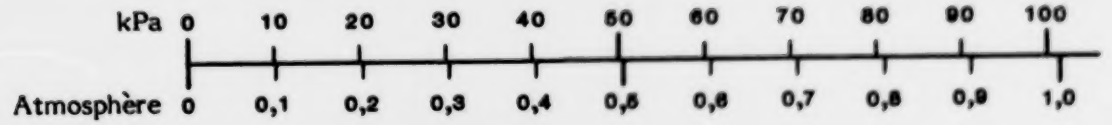
Miscibilité	
Eau	40,5 g/100 g (20 °C) (Dow ERIS, 1981) 65 g/100 ml (30 °C) (Verschueren, 1984)
Autres corps d'usage répandu	Miscible dans l'éthanol (alcool éthylique) et l'éther diéthylique (CRC, 1980).
Autres propriétés	
Masse molaire du corps pur	58,08 (CRC, 1980)
Composition de la solution commerciale type	99,9 p. 100 d'oxyde de propylène (Dow MSDS, 1980)
Indice de réfraction	1,3670 (20 °C) (CRC, 1980)
Viscosité	0,327 mPa . s (20 °C) (Lange's Handbook, 1979)
Tension superficielle liquide-air	24,5 mN/m (15 °C) (CHRIS, 1978) 24,0 mN/m (20 °C) (Ullmann, 1975)
Chaleur latente de fusion	6,53 kJ/mol (au point de fusion) (Lange's Handbook, 1979; Kirk-Othmer, 1978)
Chaleur latente de sublimation	27,9 kJ/mol (25 °C) (Lange's Handbook, 1979)
Chaleur latente de vaporisation	30,5 kJ/mol (au point d'ébullition) (CRC, 1980)
Chaleur de formation	Liquide: -122,6 kJ/mol (25 °C) (Cox, 1970) Vapeur: -94,7 kJ/mol (25 °C) (Cox, 1970)
Potentiel d'ionisation	10,22 eV (Rosenstock, 1977)
Chaleur de dissolution	-2,67 kJ/mol (CHRIS, 1978)
Capacité thermique molaire (de la vapeur) à pression constante à volume constant	73 J/(mol . °C) (27 °C) (CRC, 1980) 64 J/(mol . °C) (27 °C) (CRC, 1980; CHRIS, 1978)
Capacité thermique molaire (du liquide) à pression constante	119,6 J/(mol . °C) (20 °C) (Kirk-Othmer, 1982)
Pression critique	4924 kPa (CRC, 1980; Kirk-Othmer, 1982)
Température critique	209 °C (CRC, 1980; Kirk-Othmer, 1982)
Teneur saturante	1280 g/m^3 (18 °C) (calc.)
Moment dipolaire	1,98 D (Kirk-Othmer, 1982)
Conductivité thermique	0,14 W/(m . K) (liquide à 20 °C), 0,011 W/(m . K) (vapeur à 25 °C) (Kirk-Othmer, 1982)
Coefficient de dilatation thermique	0,00151/K (20 °C, cubique) (Ullmann, 1975)
Taux d'évaporation	11,5 g/(m^2 . s) (présent ouvrage)
Facteur de conversion pour les vapeurs	1 ppm = 2,37 mg/m^3 (20 °C) (Verschueren, 1984)

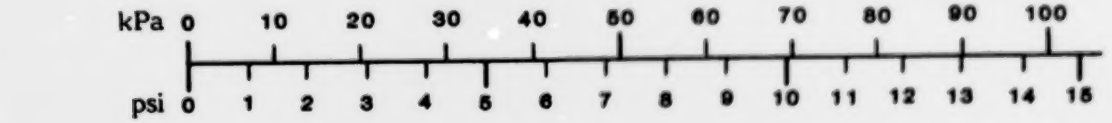
Tableau 1

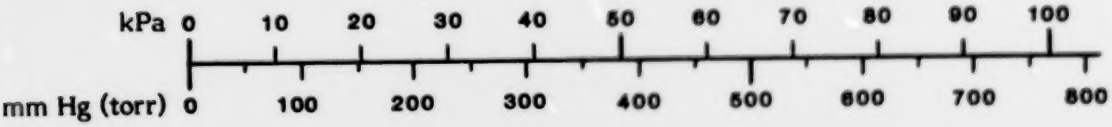
OXYDE DE PROPYLÈNE — NOMOGRAMMES DE CONVERSION



Pression — 1 kPa = 1 000 Pa







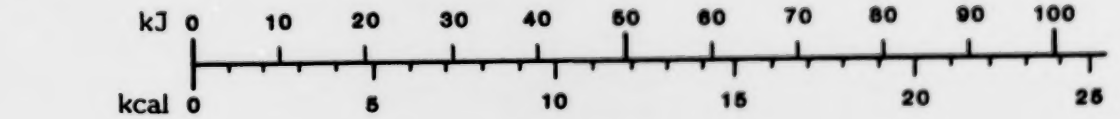
Viscosité

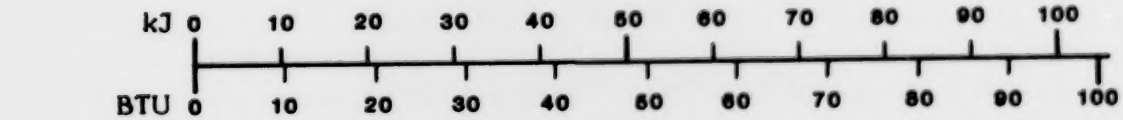
Dynamique 1 Pa . s = 1000 centipoises (cPo)

Cinématique 1 m^2/s = 1 000 000 centistokes (cSt)

Teneur (de l'eau)
1 ppm = 1 mg/l

Énergie (chaleur) — 1 kJ = 1000 J





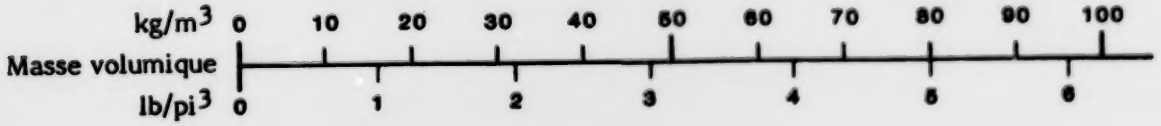


Figure 1

OXYDE DE PROPYLÈNE

TENSION DE VAPEUR EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: Chem. Eng., 1976

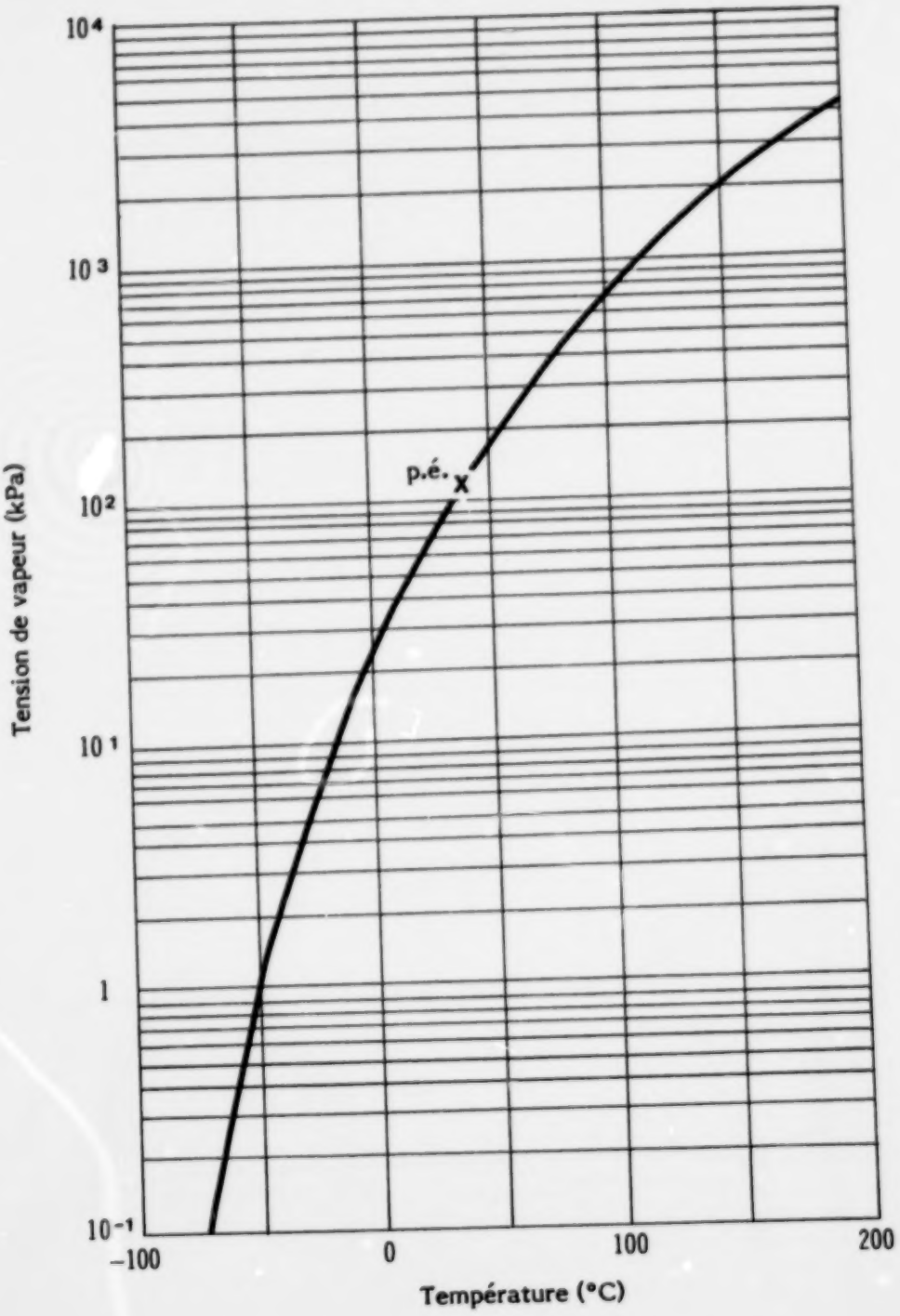


Figure 2

OXYDE DE PROPYLÈNE

MASSE VOLUMIQUE DU LIQUIDE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: Chem. Eng., 1976

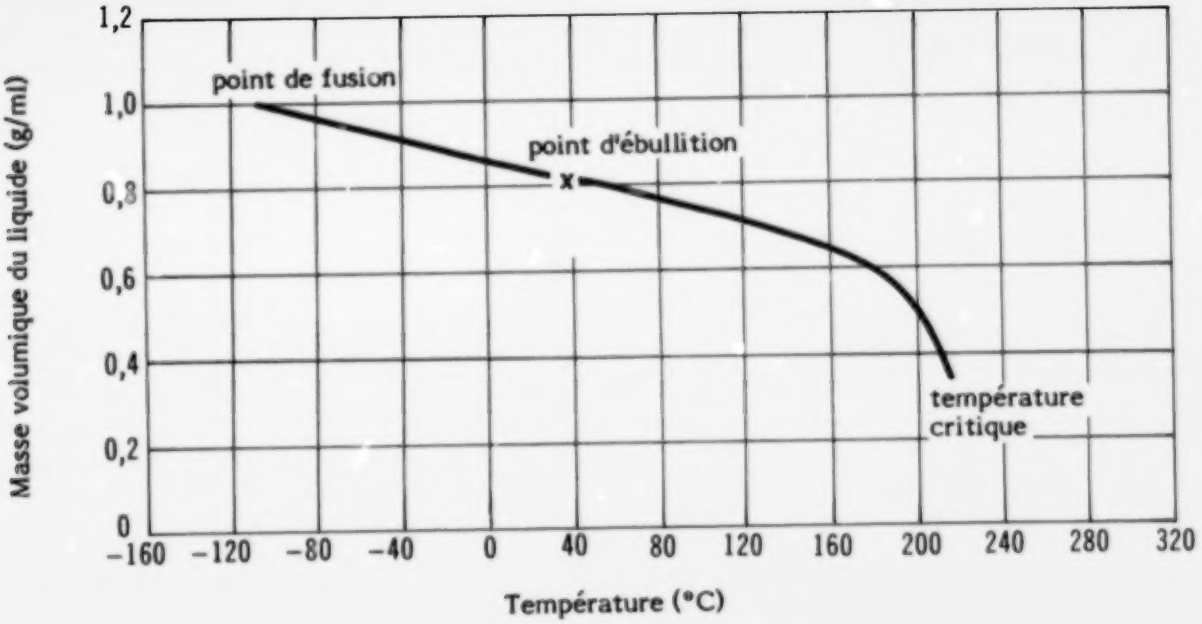


Figure 3

OXYDE DE PROPYLÈNE

DIAGRAMME DE PHASES DU SYSTÈME $C_3H_6 \cdot H_2O$

Source: Kirk-Othmer, 1982; PPH, 1974

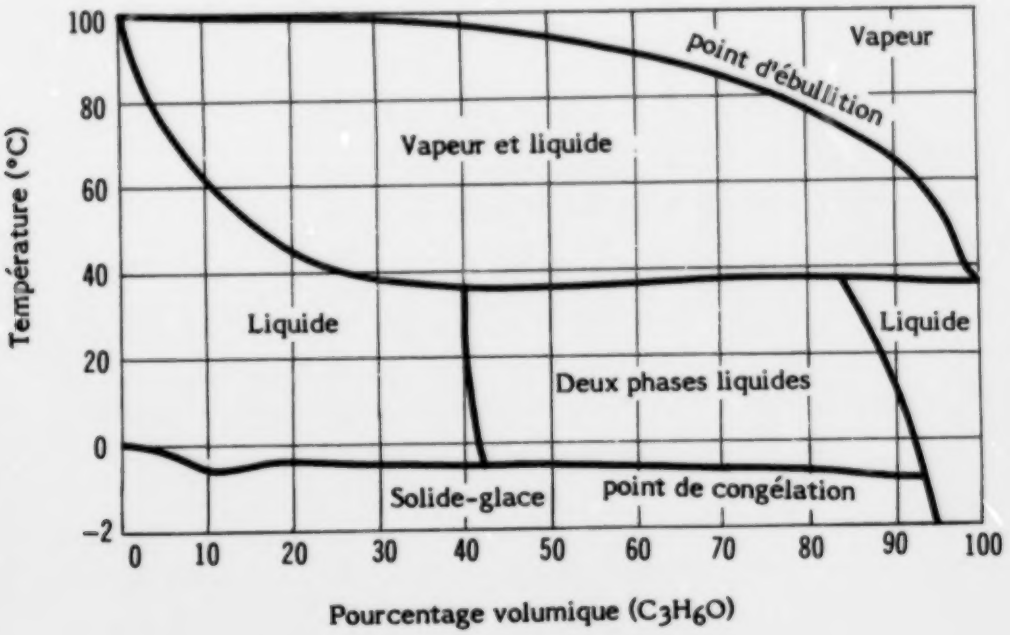


Figure 4

OXYDE DE PROPYLÈNE

VISCOSITÉ DES VAPEURS EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: Chem. Eng., 1976

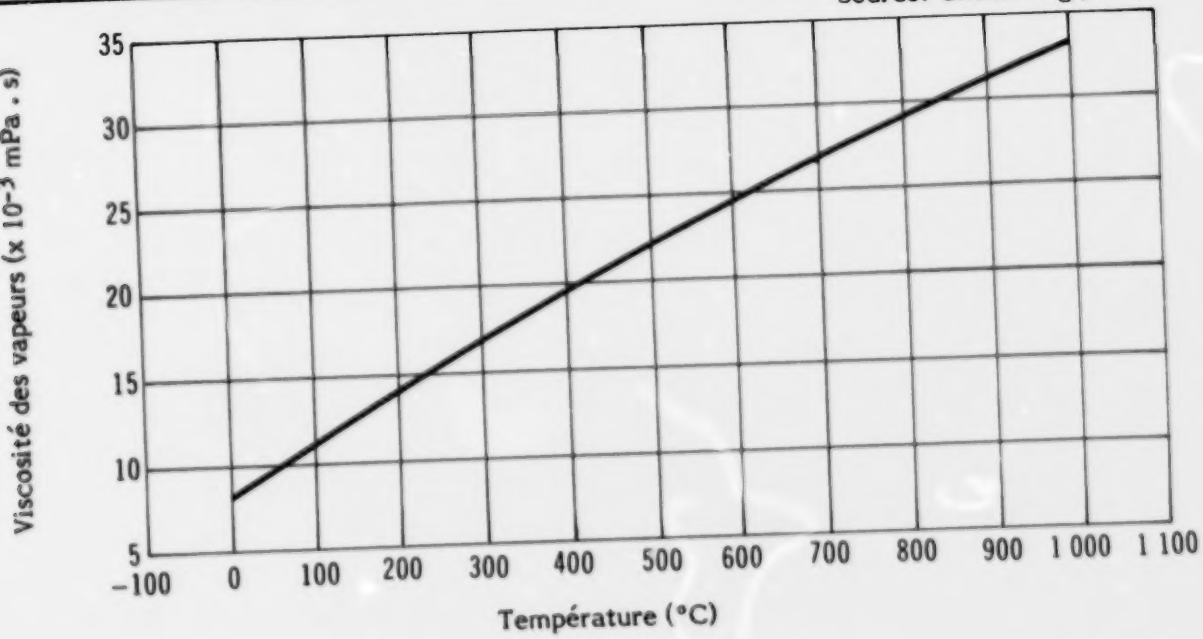


Figure 5

OXYDE DE PROPYLÈNE

VISCOSITÉ DU LIQUIDE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Source: Chem. Eng., 1976

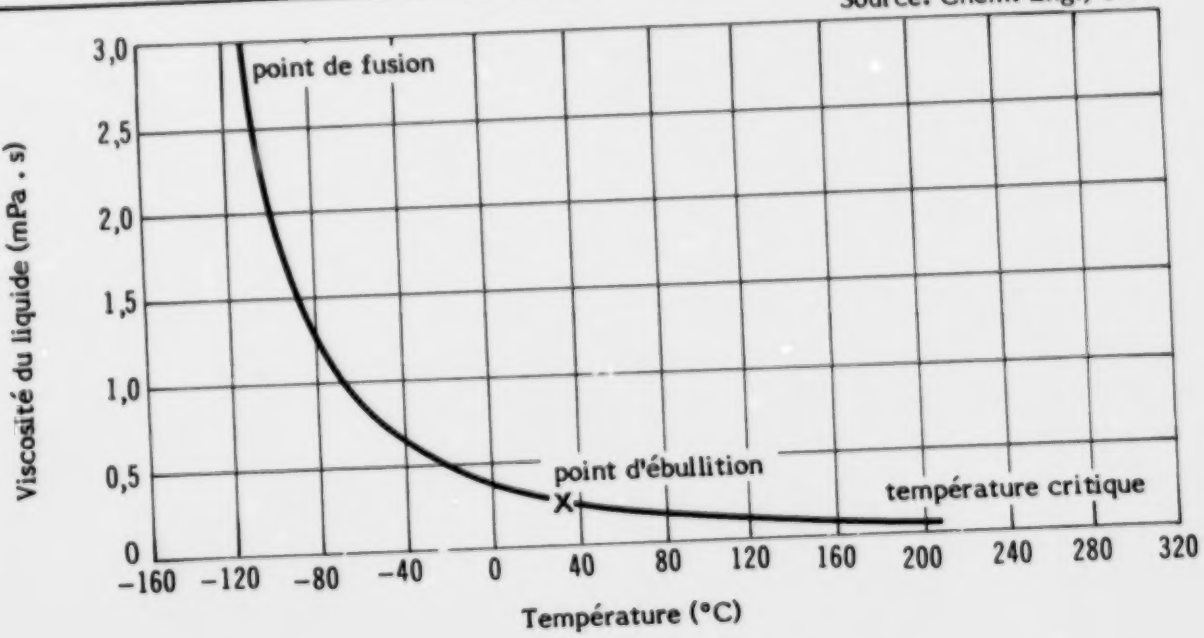
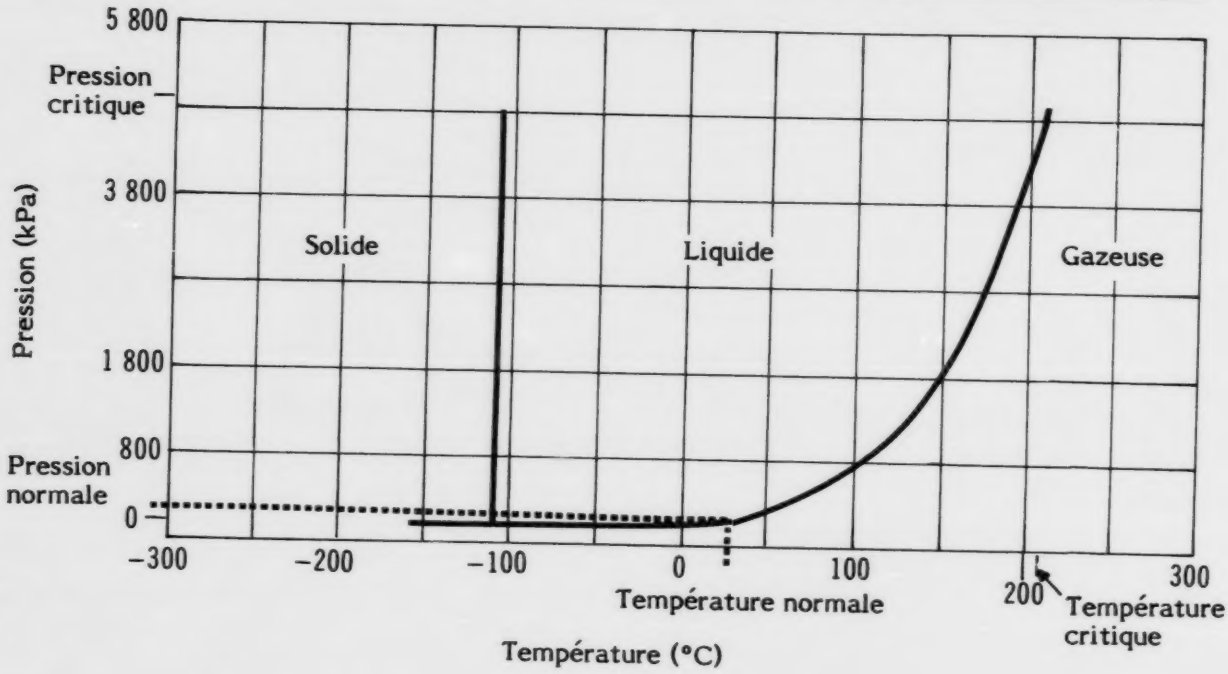


Figure 6

OXYDE DE PROPYLÈNE — **DIAGRAMME DE PHASES**



3 PRODUCTION, TRANSPORT ET COMMERCE

3.1 Qualités et titres (Dow ERIS, 1981)

L'oxyde de propylène est vendu au Canada sous forme de solution commerciale, titrant 99,9 p. 100 au minimum.

3.2 Fabricant situé au Canada (Corpus, 1983)

Dow Chemical Canada Inc., Box 1012, Modeland Road, Sarnia (Ontario), N7T 7K7, (519) 339-3131.

3.3 Autre fournisseur (CCPA, 1984)

Texaco Chemicals Canada, 250 Lakeshore Road West (Port Credit), Mississauga (Ontario), L5G 4M6, (416) 278-5511

3.4 Principaux centres de production

L'oxyde de propylène est produit actuellement à Sarnia, Ontario. Une partie est destinée à des acheteurs situés dans le sud de l'Ontario et au Québec, et le reste de la production est exporté aux États-Unis. Le produit est transporté par wagons-citernes.

3.5 Volume de production (Corpus, 1983)

Capacité nominale de production comparée au total des approvisionnements

Société	Emplacement de l'usine	Capacité nominale (kt/an, 1981)
Dow Chemicals Canada	Sarnia (Ont.)	60
Total		60
Production nationale (1982)		52
Importations (1982)		0,1
Total des approvisionnements		52,1

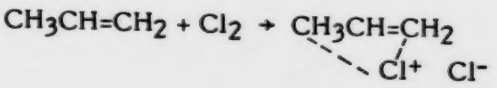
3.6 Fabrication industrielle (Noller, 1958; Corpus, 1983; Kirk-Othmer, 1982)

3.6.1 Information générale (Dow, 1984). - La Dow Chemical de Sarnia fabrique l'oxyde de propylène selon le procédé à base de chlorhydrine, obtenue elle-même à partir de propylène et de chlore.

3.6.2 Procédé de fabrication (Kirk-Othmer, 1982). - Le procédé à base de chlorhydrine comporte trois étapes: a) réaction du chlore et du propylène produisant le complexe propylène-

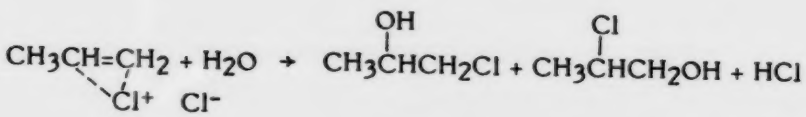
chloronium; *b)* réaction du complexe avec l'eau qui donne des isomères du chloropropanol; *c)* neutralisation avec une base qui donne l'oxyde de propylène.

À la première étape, il y a réaction du propylène et du chlore en présence d'un excédent d'eau. Dans le mécanisme de réaction le plus souvent suggéré, il y a formation du complexe propylène-chloronium comme suit:



complexe propylène-chloronium

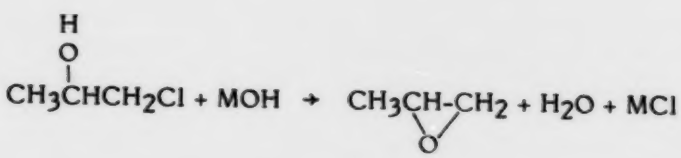
L'ion complexe réagit avec l'eau pour donner des complexes de chloropropanol comme suit:



90 p. 100 de chloro-1 propanol-2

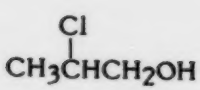
10 p. 100 de chloro-2 propanol-1

On traite ces deux isomères avec une base comme la chaux (hydroxyde de calcium) ou une solution de soude caustique pour obtenir l'oxyde de propylène (MOH désigne une base):



oxyde de propylène

ou:



3.7 Principales utilisations au Canada (Corpus, 1983)

L'oxyde de propylène sert à la préparation des polyalcools et du propylène glycol. En 1982, 42 p. 100 de la production canadienne ont servi à la préparation de polyalcools, 19 p. 100, à la production de propylènes glycols, et on en a exporté 35 p. 100.

3.8 Principaux acheteurs au Canada (Corpus, 1983)

Actol Chemicals, Delson (Québec)
Alkaril Chemicals, Mississauga (Ontario)
Hart Chemical, Guelph (Ontario)

Il est à noter que la compagnie Dow Chemical utilise un volume considérable de l'oxyde de propylène qu'elle produit, pour la production de polyalcools et de propylènes glycols à son usine de Sarnia.

4 MANUTENTION DU PRODUIT ET COMPATIBILITÉ DES MATÉRIAUX

4.1 Citernes et autres récipients d'expédition

4.1.1 Transport en vrac. - Le seul fabricant canadien expédie son produit dans des wagons-citernes. Rien n'empêche cependant qu'il soit transporté dans des véhicules-citernes routiers.

4.1.1.1 Wagons-citernes. - Ils doivent se conformer aux spécifications données dans le tableau 2 (RTDCR, 1974). La Dow Chemical utilise des wagons-citernes de spécification 105A300W illustrés à la figure 7 et dont une description détaillée est donnée au tableau 3. L'oxyde de propylène est transporté dans des wagons-citernes d'une capacité de 95 000 l (21 000 gal) surtout (Dow, 1984).

Les citernes sont déchargées par le haut au moyen d'une pompe. Le produit est retiré par un tube plongeur raccordé à un robinet de vidange de 51 mm (2 po). Le tube plongeur débouche sur la plate-forme supérieure. Le produit est transporté sous une couverture d'azote maintenu à une pression allant de 69 à 104 kPa (10-15 psi) durant le déchargement (Dow, 1984).

Le wagon-citerne doit être équipé d'une soupape de sécurité réglée à 517 kPa (75 psi) (Dow, 1984). Le fabricant canadien a fait installer un dispositif de jaugeage à circuit magnétique fermé sur les wagons-citernes servant au transport d'oxyde de propylène.

4.1.1.2 Véhicules-citernes routiers. - La Dow Chemical, seul fabricant d'oxyde de propylène au Canada, ne livre pas ce produit en camions-citernes (CCPA, 1984). Le transport pourrait cependant être effectué au moyen de véhicules-citernes routiers avec réservoir sous pression, conformes à la spécification TC331 (Dow TED, 1981). Les semi-remorques-citernes tractées de ladite spécification sont utilisées principalement pour le transport de gaz comprimés. La citerne doit être en acier sans soudure ou soudée, de conception et construction conformes au code de l'ASME (TDGC, 1980). Les camions-citernes convenant pour le transport d'oxyde de propylène seront équipés de citernes et autres dispositifs pareils à ceux mentionnés pour les wagons-citernes. Ils doivent aussi être déchargés par le haut au moyen d'une pompe, en respectant la marche à suivre décrite ci-dessous.

4.2 Déchargement

4.2.1 Équipement et opérations de déchargement des wagons-citernes. - Avant de procéder au déchargement, certaines précautions s'imposent (Dow TED, 1981):

- S'assurer que le réservoir de stockage peut recevoir tout le contenu du wagon-citerne;
- Les dispositifs d'éclairage, les pompes et autres équipements doivent être antidéflagrants;
- Les employés ne doivent en *aucun cas* pénétrer dans la citerne;

Tableau 2
Spécifications CCT/DOT s'appliquant aux wagons-citernes servant pour l'oxyde de propylène

Numéro	Description
105A300W	Citerne en acier soudé par fusion, avec trou d'homme. Isolée. Organe de vidange par le haut exigé. Soupape de sûreté réglée à 1533 kPa (225 psi). Organe de vidange par le bas ou orifice de purge interdits.
111A60W1	Citerne en acier soudé par fusion, sans dôme. Isolée ou non. Creux minimal: 2 p. 100. Dispositif de jaugeage. Pression d'essai: 414 kPa (60 psi). Soupape de sûreté réglée à 242 kPa (35 psi) ou évent de sûreté réglé à 414 kPa (60 psi).
111A60F1	Citerne en acier soudé à la forge, sans dôme. Isolée ou non. Creux minimal: 2 p. 100. Dispositif de jaugeage. Pression d'essai: 414 kPa (60 psi). Soupape de sûreté réglée à 242 kPa (35 psi) ou évent de sûreté réglé à 414 kPa (60 psi).
111A100W1	Citerne en acier soudé par fusion, sans dôme. Isolée ou non. Creux minimal: 2 p. 100. Dispositif de jaugeage. Organe de vidange par le bas ou orifice de purge facultatifs. Pression d'essai: 690 kPa (100 psi). Soupape de sûreté réglée à 518 kPa (75 psi) ou évent de sûreté réglé à 690 kPa (100 psi).
111A100W4	Citerne en acier soudé par fusion, sans dôme. Isolée. Dispositif de jaugeage. Organe de vidange par le haut exigé. Soupape de sûreté réglée à 518 kPa (75 psi). Organe de vidange par le bas ou orifice de purge interdits.
111A60W1 (IL)	Comme 111A60W1, avec revêtement intérieur.
111A100W3	Citerne en acier soudé par fusion, sans dôme. Isolée. Creux minimal: 2 p. 100. Dispositif de jaugeage. Soupape de sûreté réglée à 518 kPa (75 psi) ou évent de sûreté réglé à 690 kPa (100 psi). Organe de vidange par le bas ou orifice de purge facultatifs.

- Les freins doivent être serrés, et les roues, calées; les dérailleurs seront installés et les écriteaux d'avertissement voulus, mis en place;
- Le poste de déchargement doit être équipé d'un quai de service sécuritaire;
- Les outils utilisés au cours du déchargement doivent être anti-étincelants;
- Le wagon-citerne sera mis à la terre.

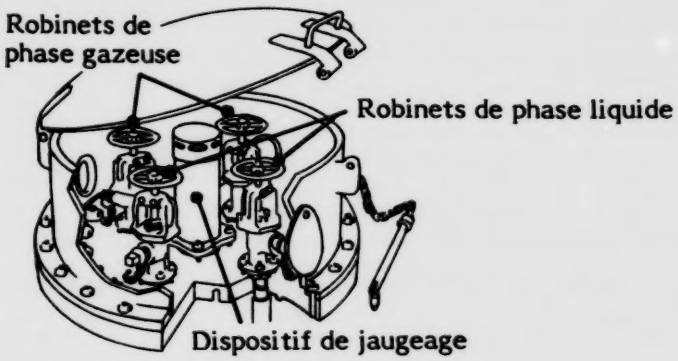
Nous rappelons que seuls des wagons-citernes munis d'organes de vidange par le haut peuvent être déchargés de leur contenu d'oxyde de propylène (CCPA, 1984). Pour le déchargement, procéder comme suit (Dow TED, 1981):

Figure 7

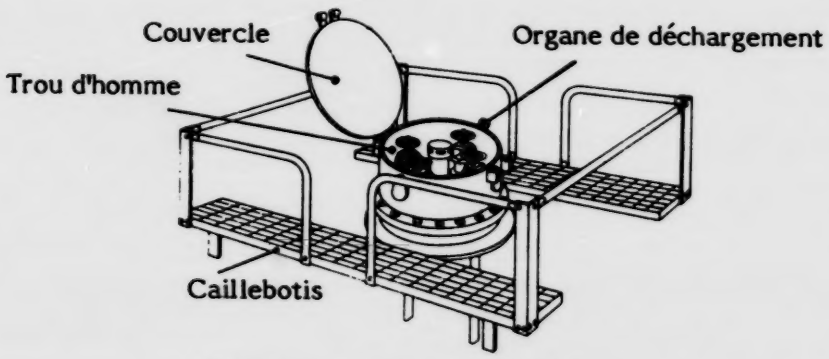
OXYDE DE PROPYLÈNE

WAGON-CITERNE DE SPÉCIFICATION 105A300W

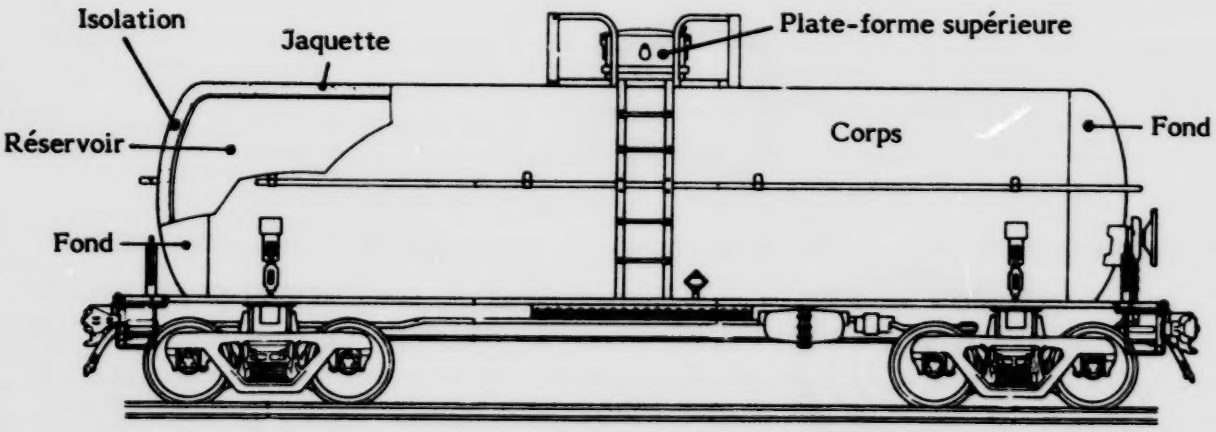
Sources: TCM, 1979; RTDCR, 1974



Détail de l'organe de vidange



Détail de la plate-forme supérieure



Principaux éléments du wagon-citerne

Tableau 3
Caractéristiques du wagon-citerne de spécification 105A300W (TCM, 1979; RTDCR, 1974)

Description	Capacité nominale du réservoir (gal imp.)		
	9000	21 000	28 000
Structure			
Capacité nominale	41 000 l (9000 gal)	95 000 l (21 000 gal)	127 000 l (28 000 gal)
Tare	30 300 kg (66 800 lb)	40 800 kg (90 000 lb)	50 800 kg (112 000 lb)
Masse brute	80 300 kg (177 000 lb)	83 500 kg (184 000 lb)	119 000 kg (263 000 lb)
Récipient intérieur			
Matériau	Acier	Acier	Acier
Épaisseur	17,5 mm (11/16 po)	17,5 mm (11/16 po)	17,5 mm (11/16 po)
Diamètre intérieur	2,2 m (88 po)	2,4 m (95 po)	3,0 m (120 po)
Pression d'essai	2070 kPa (300 psi)	2070 kPa (300 psi)	2070 kPa (300 psi)
Pression d'éclatement	51 700 kPa (750 psi)	51 700 kPa (750 psi)	51 700 kPa (750 psi)
Dimensions approximatives			
Longueur avec organes d'attelage	13 m (42 pi)	20 m (65 pi)	20 m (67 pi)
Longueur avec pylônes de choc	12 m (40 pi)	19 m (63 pi)	20 m (64 pi)
Longueur entre pivots de bogie	9 m (29 pi)	16 m (52 pi)	16 m (53 pi)
Hauteur jusqu'au sommet du caillebotis	4 m (12 pi)	4 m (12 pi)	4 m (12 pi)
Hauteur hors-tout	5 m (15 pi)	5 m (15 pi)	5 m (15 pi)
Largeur hors-tout (avec poignées)	3,2 m (127 po)	3,2 m (127 po)	3,2 m (127 po)
Longueur du caillebotis	2 - 3 m (7 - 10 pi)	2 - 3 m (7 - 10 pi)	2 - 3 m (7 - 10 pi)
Largeur du caillebotis	1,5 - 2 m (5 - 6 pi)	1,5 - 2 m (5 - 6 pi)	1,5 - 2 m (5 - 6 pi)
Chargement/déchargement			
Raccord de vidange	Raccord de 51 mm (2 po) via robinet et clapet de retenue de 76 mm (3 po); orifice de 6 mm (1/4 po)		
Robinetterie	2 raccords de déchargement et 2 soupapes de phase gazeuse		
Dispositif de jaugeage	À flotteur ou à circuit magnétique fermé		
Dispositifs de sécurité	Soupape de sûreté réglée à 517 kPa (75 psi) (réglage spécial pour l'oxyde de propylène; la soupape est normalement réglée à 1550 kPa)		
Isolation	51 à 152 mm (2 à 6 po) de fibre de verre		

- Appliquer une pression de 69 à 104 kPa (10 à 15 psi) à la couverture d'azote et la maintenir tout au long du déchargement;
- Retirer le couvercle du trou d'homme abritant l'organe de vidange par le haut et raccorder la conduite de transvasement de 51 mm (2 po).
- L'oxyde de propylène ne peut être déchargé qu'avec une pompe.

4.2.2 Spécifications et matériaux de fabrication de l'équipement de déchargement. - Les divers éléments de l'équipement type de déchargement de l'oxyde de propylène, dont il est ici question, comprennent les conduites et raccords, les flexibles, la robinetterie, les garnitures et les pompes. D'autres matériaux que ceux indiqués ci-dessous peuvent convenir. Le lecteur voudra bien consulter le tableau 4 pour plus de précisions.

Les conduites et les raccords devraient être en acier au carbone de la nomenclature 40, sans soudure, revêtus de résines polyvinylidique (Saran•) (DCRG, 1978). Il faut utiliser des raccords à brides soudés de préférence aux tuyaux et raccords filetés qui ont tendance à fuir après un service de courte durée. La métallisation des brides est indispensable pour assurer la conductivité électrique. Le recuit de détente au point de soudure permet de prolonger la durée de service de la tuyauterie. L'étanchéité de la conduite, assemblée et prête à utiliser, sera éprouvée à l'air comprimé à des pressions allant jusqu'à 172 kPa (25 psi), et toutes les fuites seront soigneusement colmatées. La tuyauterie de vidange a généralement un diamètre de 51 mm (2 po), diamètre standard des raccords de vidange des wagons-citernes. La conduite de transvasement peut avoir n'importe quel diamètre bien qu'on déconseille un diamètre inférieur à 25 mm (1 po). Les conduites extérieures doivent être à purge gravitaire. On recommande l'emploi de flexibles à armature d'acier inox ou d'acier au carbone pour les tronçons souples de la conduite de transvasement (CCPA, 1984).

On recommande des robinets à membrane en fonte ou en acier moulé garni de résine polyvinylidique (DPLV, 1972). On recommande l'usage de garnitures de téflon enroulé en spirale, à des plages de température normales (Dow TED, 1981).

Une pompe rotative ou centrifuge à simple ouïe dont l'extrémité admission est en acier inoxydable 316 donnent de bons résultats (Dow TED, 1981). Il faut prévoir un moyen de purger la pompe afin que les réparations puissent être effectuées en toute sécurité advenant un bris. La pompe sera munie de brides aux extrémités d'aspiration et de refoulement; il faut éviter d'utiliser des raccords filetés qui sont sujets à fuir.

4.3 Compatibilité entre le produit et certains matériaux

Le tableau 4 porte sur la compatibilité entre l'oxyde de propylène et certains matériaux de fabrication. Les termes utilisés pour évaluer les matériaux sont définis ci-dessous:
Recommandé: donne satisfaction dans l'utilisation présente;

Réserves: se détériore dans l'utilisation présente; approprié dans le cas d'une utilisation intermittente ou de courte durée;

Déconseillé: se détériore rapidement dans l'utilisation présente; ne devrait jamais être utilisé.

Tableau 4
Compatibilité de l'oxyde de propylène et de certains matériaux de fabrication

Utilisation	Titre	Temp. (°C)	Recommandé	Réserves	Déconseillé
1. Conduites et raccords	Toutes	24	Polychlorure de vinylidène (DCRG, 1978) Acier inox Acier au carbone (Dow TED, 1981)		Polyfluorure de vinylidène (DCRG, 1978)
2. Robinetterie	Toutes	La plupart	Acier inox (Dow TED, 1981)		
3. Pompes	Toutes	La plupart	Acier inox Acier au carbone Acier non allié (Dow TED, 1981)		
4. Réservoirs de stockage	Toutes	La plupart	Acier inox Acier au carbone doublé Acier au carbone (Dow TED, 1981)		Cuivre (Dow TED, 1981)
5. Autres	Pur	24 à 100	Verre (CDS, 1967) Polytétrafluoréthylène (Dow TED, 1981)		Aluminium (CCPA, 1984)

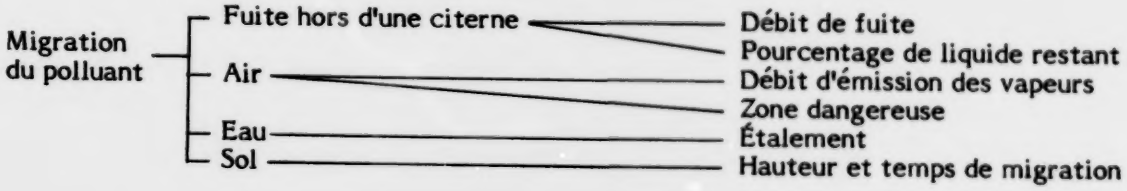
5 FUITE ET MIGRATION DU POLLUANT

5.1 Aperçu général

L'oxyde de propylène est un liquide miscible à l'eau et moins dense que celle-ci. Déversé dans l'eau, il se dissout rapidement et s'évapore en partie. Le nuage de vapeurs a tendance à raser la surface et à s'étaler plutôt qu'à s'élever et se disperser dans l'atmosphère. Le même phénomène se produit lorsque de l'oxyde de propylène se déverse sur le sol. Les vapeurs sont inflammables et présentent un danger pour la santé.

En cas de déversement sur le sol, une partie du produit se volatilise et une partie est adsorbée sur le sol à une vitesse qui dépend du type de sol et son degré de saturation. La migration du produit jusqu'à la nappe phréatique peut constituer une menace pour l'environnement.

On tiendra compte des facteurs suivants lorsqu'il y a migration d'oxyde de propylène dans l'air, l'eau ou le sol.



5.2 Fuite du produit

5.2.1 Introduction. - L'oxyde de propylène est généralement transporté à l'état liquide dans des wagons-citernes dont le récipient intérieur n'est pas sous pression. Comme la capacité des wagons-citernes varie énormément, les nomogrammes de fuite préparés pour la présente collection sont établis en fonction d'un réservoir de 2,75 m de diamètre, mesurant 13,4 m de long, pouvant contenir environ 80 000 litres de liquide.

Si la tôle inférieure du récipient intérieur rempli d'oxyde de propylène est perforée, tout le contenu s'écoulera sous l'action de la pesanteur. Le débit instantané est fonction de la hauteur h du liquide au-dessus de l'orifice, de la pression interne du récipient intérieur, de la surface de la section s de l'orifice, de la forme de l'orifice, ainsi que du coefficient de débit C_q. Pour l'établissement des nomogrammes, nous avons supposé un coefficient de débit de 0,8.

La température ambiante maximale du récipient intérieur est posée à 40 °C, ce qui donne une tension de vapeur saturante de 124 kPa. Advenant la perforation du récipient intérieur soit dans la tôle supérieure ou en un point quelconque au-dessus du niveau du liquide, il y aura fuite de gaz jusqu'à ce que le liquide soit complètement évaporé et que les pressions interne et externe du récipient intérieur se soient équilibrées. Pour établir les nomogrammes, nous avons

supposé que la température du liquide restait constante (isothermie) et qu'elle égalait la température ambiante. Par conséquent, le débit d'évaporation est supposé constant jusqu'à ce que tout le liquide se soit évaporé. Ce débit est fonction de la pression interne, laquelle égale la pression de vapeur saturante du liquide à une température donnée.

L'hypothèse de l'isothermie maximise l'échappement de gaz et, dans la plupart des cas, aboutit à une estimation prudente du phénomène. Le refroidissement par évaporation pourrait réduire jusqu'à 10 fois le débit d'évaporation par rapport à nos prédictions.

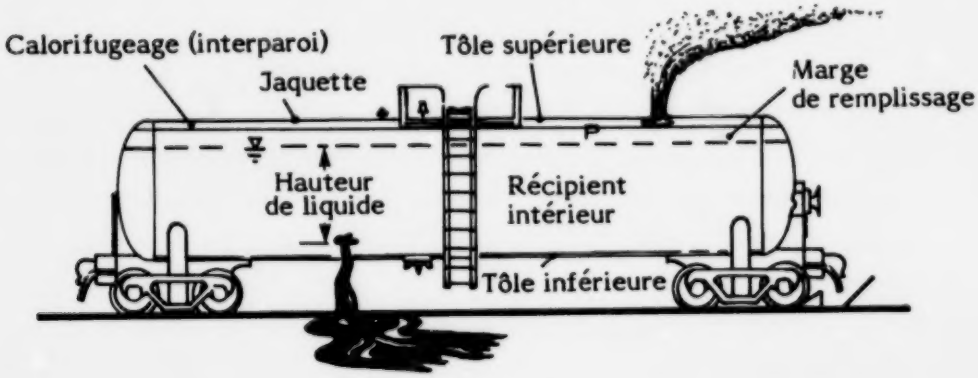


Figure 8 ORIFICE AU-DESSUS OU AU-DESSOUS DU NIVEAU DU LIQUIDE

L'objet des nomogrammes est d'aider à suivre l'évolution des fuites au-dessous du niveau du liquide (déversement liquide) ou au-dessus du niveau du liquide (dégagement gazeux). Les détails des modèles qui ont servi à calculer les débits de fuite sont décrits dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*.

5.2.2 Nomogrammes des fuites

5.2.2.1 Perforation dans le bas: fuite de liquide

Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé. - La figure 9 permet d'évaluer le pourcentage de liquide restant dans le wagon-citerne type à tout moment après la perforation, selon le diamètre de l'orifice. Ce diamètre est en fait un diamètre équivalent et vaut pour des orifices de toutes formes.

On suppose que le récipient intérieur est plein au moment de la perforation et qu'il contient environ 80 000 l d'oxyde de propylène à 40 °C. La quantité de liquide restant à un moment donné n'est pas seulement une fonction du débit selon le temps, mais aussi de la taille et de la forme de la citerne.

Débit de fuite en fonction du diamètre de l'orifice. - La figure 10 permet d'évaluer le débit maximal (l/s) selon le diamètre équivalent de l'orifice. Comme la pression prévaut sur la force de pesanteur, le débit reste relativement constant à mesure que la citerne se vide.

5.2.2.2 Perforation dans le haut: fuite de gaz

Pourcentage de liquide restant en fonction du temps écoulé. - La figure 11 permet d'évaluer le pourcentage d'oxyde de propylène restant dans le wagon-citerne type à tout moment après la perforation selon le diamètre de l'orifice. Ce diamètre est en fait un diamètre équivalent, qui vaut pour un orifice non circulaire. Comme nous avons supposé que les conditions étaient isothermes, la pression interne et le débit de fuite sont constants.

Débit de fuite en fonction du diamètre de l'orifice. - La figure 12 montre la relation entre le débit (massique) de fuite (kg/s) et le diamètre équivalent de l'orifice, au-dessus du niveau du liquide. Pour un orifice de diamètre donné, le débit sera constant jusqu'à ce que tout le liquide se soit évaporé, conformément à l'hypothèse de l'isothermie dans la citerne; l'évaluation du débit est donc prudente. Les valeurs données à la figure 12 sont indépendantes de la taille de la citerne, mais se fondent sur l'hypothèse selon laquelle la température du liquide est de 40 °C, ce qui se traduit par une tension de vapeur saturante de 124 kPa.

5.2.3 Exemples de calcul

PROBLÈME A

La tôle inférieure d'un wagon-citerne type rempli d'oxyde de propylène à 40 °C est perforée. L'orifice, situé au-dessous du niveau du liquide, a un diamètre équivalant à 150 mm. Quel pourcentage des 80 000 l reste-il trois minutes après la perforation et quel est le débit instantané de fuite?

Étape 1 Calculer le volume restant à t = 3 mn.

Se reporter à la figure 9.

Si t = 3 mn et D = 150 mm, le volume de liquide restant représente 53 p. 100 (soit 42 000 l) du volume initial.

Étape 2 Calculer le débit instantané de fuite.

Se reporter à la figure 10.

Si D = 150 mm, le débit instantané de fuite q = 180 l/s.

PROBLÈME B

Le wagon type (mêmes données que le problème A) est perforé au-dessus du niveau du liquide. Le diamètre équivalent de l'orifice est évalué à 250 mm. Combien de temps faudra-t-il pour

Figure 9

OXYDE DE PROPYLÈNE

POURCENTAGE DE LIQUIDE RESTANT EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ

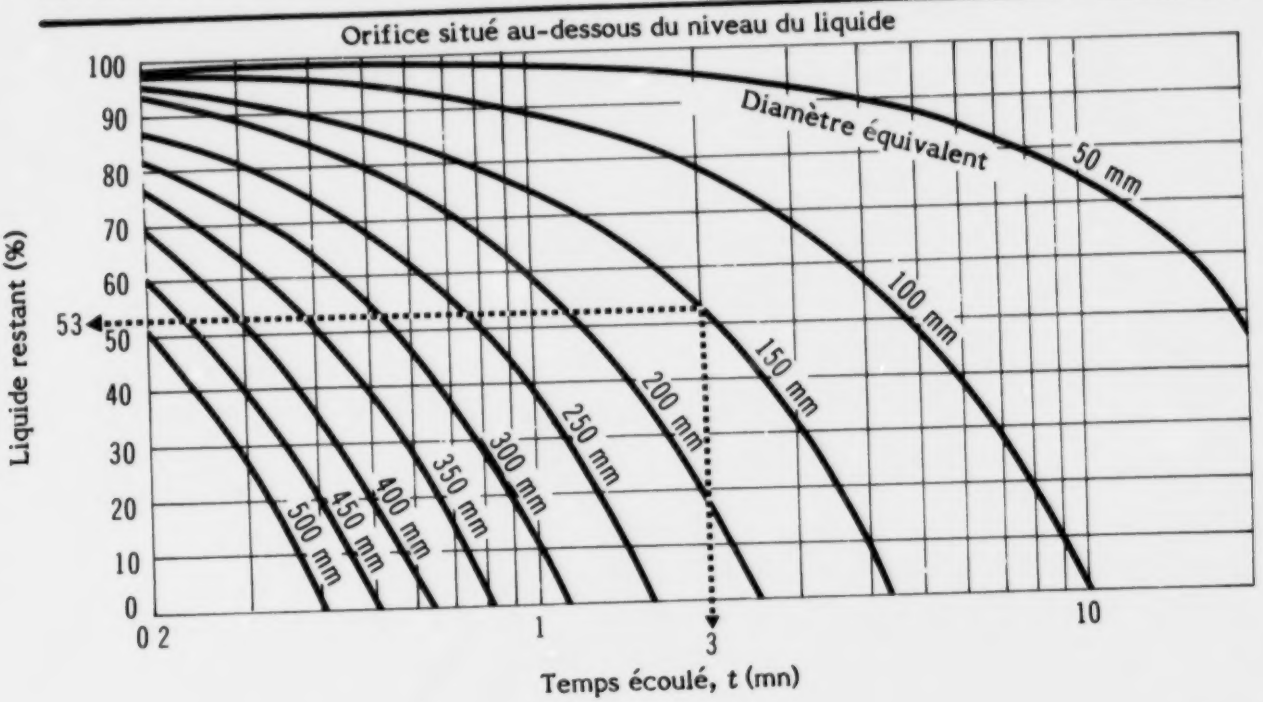


Figure 10

OXYDE DE PROPYLÈNE

DÉBIT DE FUITE EN FONCTION DU DIAMÈTRE DE L'ORIFICE

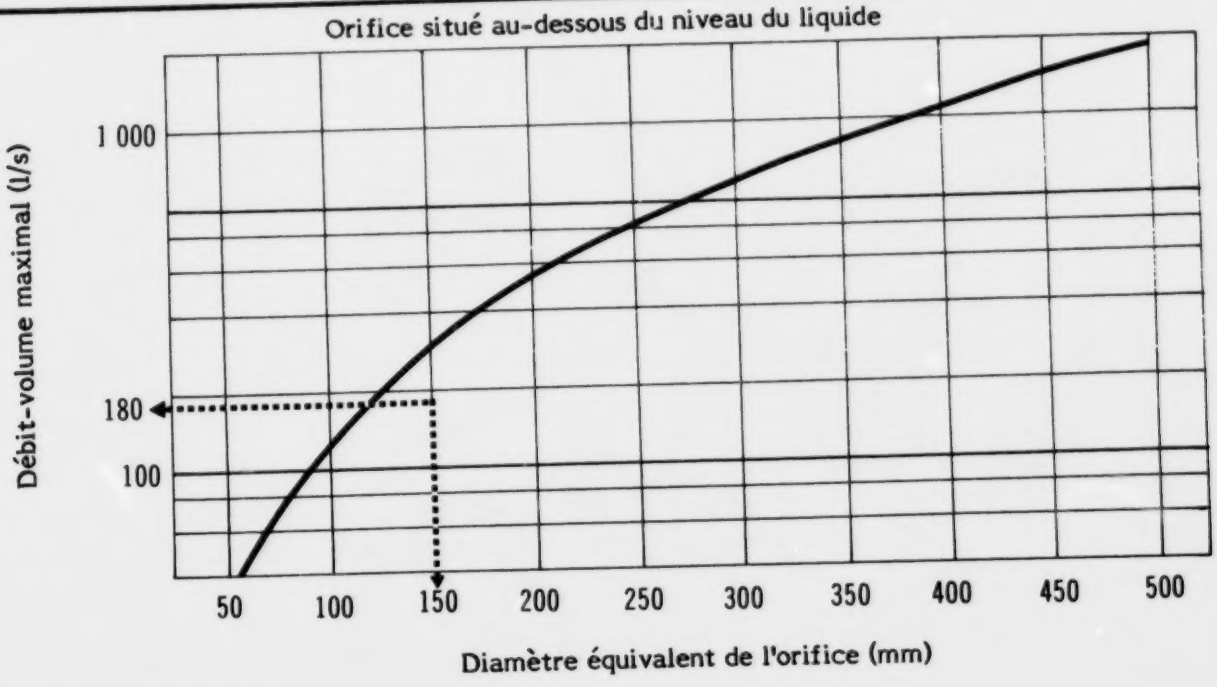


Figure 11

OXYDE DE PROPYLÈNE

POURCENTAGE DE LIQUIDE RESTANT EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ

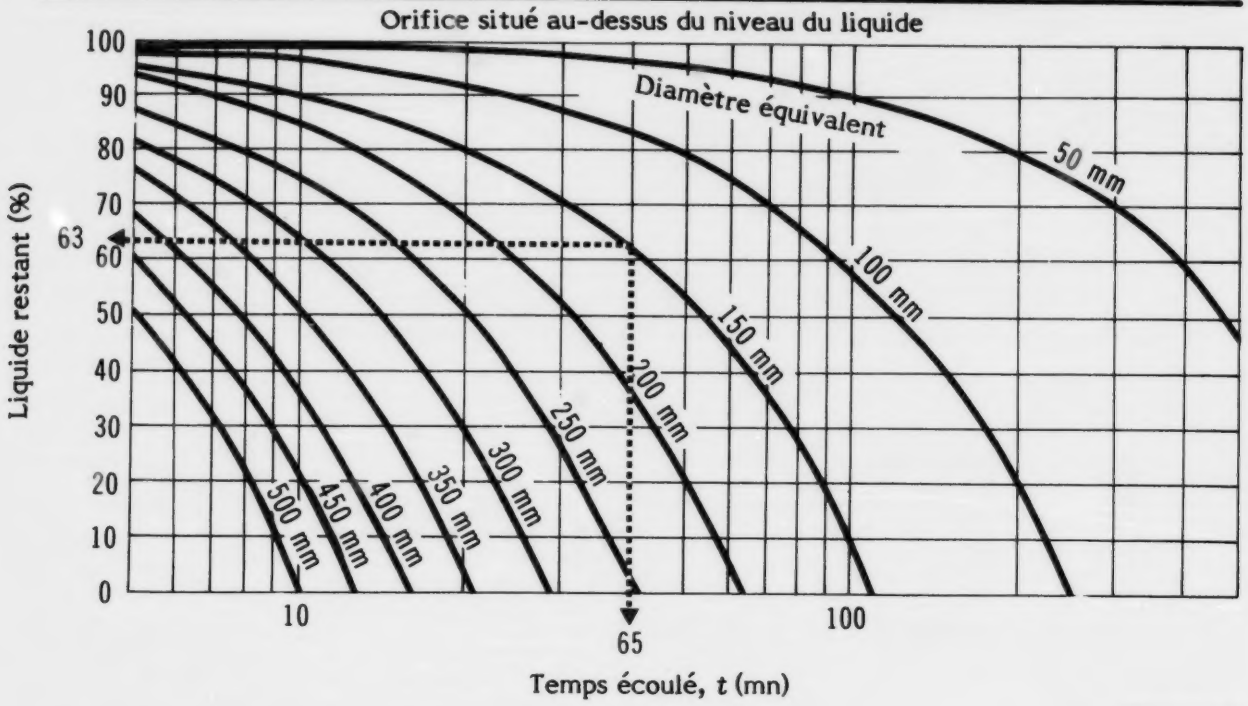
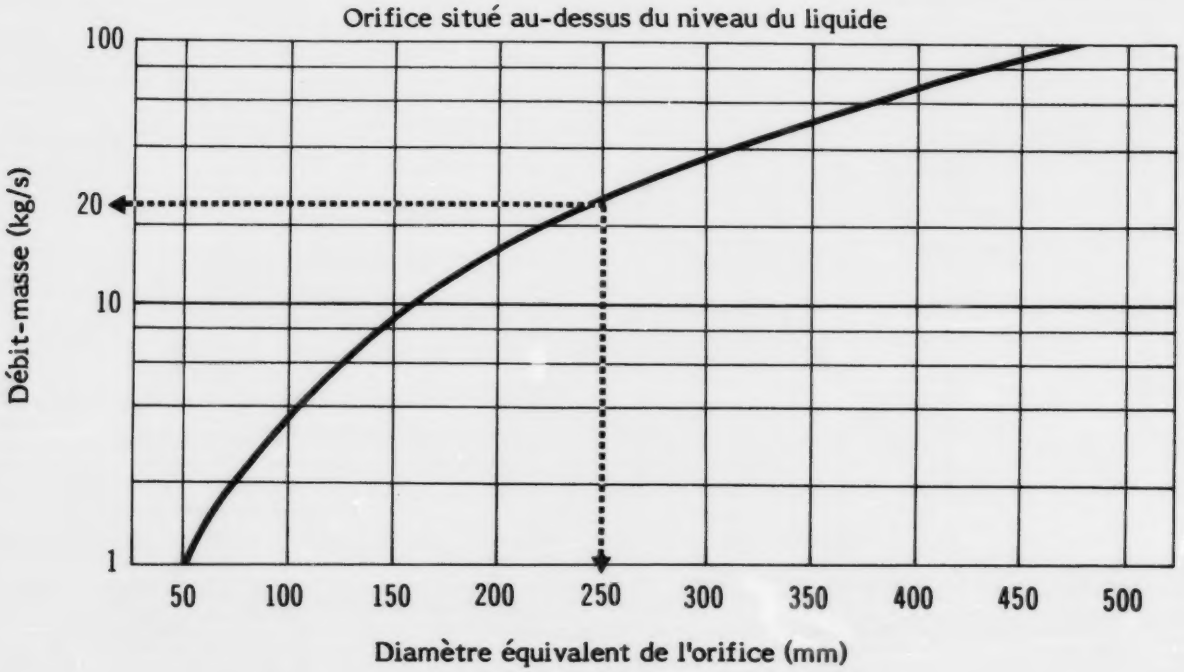


Figure 12

OXYDE DE PROPYLÈNE

DÉBIT DE FUITE EN FONCTION DU DIAMÈTRE DE L'ORIFICE



que la citerne se vide et quel est le débit de fuite, les conditions étant supposées isothermes?

Étape 1 Combien de temps la citerne mettra-t-elle à se vider?

Se reporter à la figure 11.

Si D = 250 mm, la citerne se vide en 25 mn environ.

Étape 2 Calculer le débit de fuite.

Se reporter à la figure 12.

Si D = 250 mm et si les conditions sont isothermes, le débit est constant à 20 kg/s.

5.3 Diffusion dans l'atmosphère

5.3.1 Introduction. - Bien que l'oxyde de propylène soit un liquide relativement volatil, l'évaporation directe des vapeurs dans l'atmosphère à la suite de la perforation d'une citerne ne présente aucun danger important du côté sous le vent. Il ne sera question dans le présent ouvrage que des vapeurs émises par une nappe d'oxyde de propylène répandu sur le sol.

Pour évaluer les teneurs en polluant du côté sous le vent par rapport au lieu de l'accident et déterminer la zone dangereuse sur le plan de la toxicité ou de l'inflammabilité, il faut modéliser le transport et la diffusion (turbulente) des vapeurs dans l'atmosphère. Les modèles utilisés supposent une répartition gaussienne des teneurs au sein du panache; ce sont les plus répandus pour la prévision des teneurs en polluants. (Le lecteur trouvera de plus amples renseignements à ce sujet dans le *Manuel d'introduction Enviroguide.*)

La figure 13 schématise la diffusion d'un panache polluant émis en continu par une aire source. Le modèle de diffusion assimile l'aire source, soit la nappe de liquide, à un point source théorique (possédant le même débit d'émission de vapeurs q), situé dans le sens opposé à celui du vent, à une distance équivalant à dix fois le rayon de la nappe.

Le lecteur voudra bien noter qu'en dépit du point d'ébullition peu élevé de l'oxyde de propylène (34 °C à 1 atm), nous avons préféré le scénario de diffusion d'un panache plutôt que d'une bouffée de vapeurs, pour déterminer la zone dangereuse. Dans la plupart des cas de déversement, le débit d'émission de vapeurs d'une nappe résultant du déversement d'un liquide sera continu si bien que le modèle de diffusion d'un panache s'appliquera. Il est peu probable que les conditions requises pour la formation d'une bouffée de vapeurs (par exemple, température du sol et de l'air ambiant de 34 °C, pas de refroidissement par évaporation, déplacement rapide du liquide déversé) soient réunies, tout au moins dans les situations envisageables.

5.3.2 Nomogrammes et tableaux relatifs à la diffusion du panache de vapeurs. - Les nomogrammes de la diffusion atmosphérique du panache servent à déterminer la zone dangereuse sur le plan de la toxicité ou de l'inflammabilité. Les nomogrammes, figures et tableaux présentés ci-dessous apparaissent dans l'ordre dans lequel ils doivent être utilisés.

Figure 13

OXYDE DE PROPYLÈNE

FORMATION D'UN PANACHE DE VAPEURS

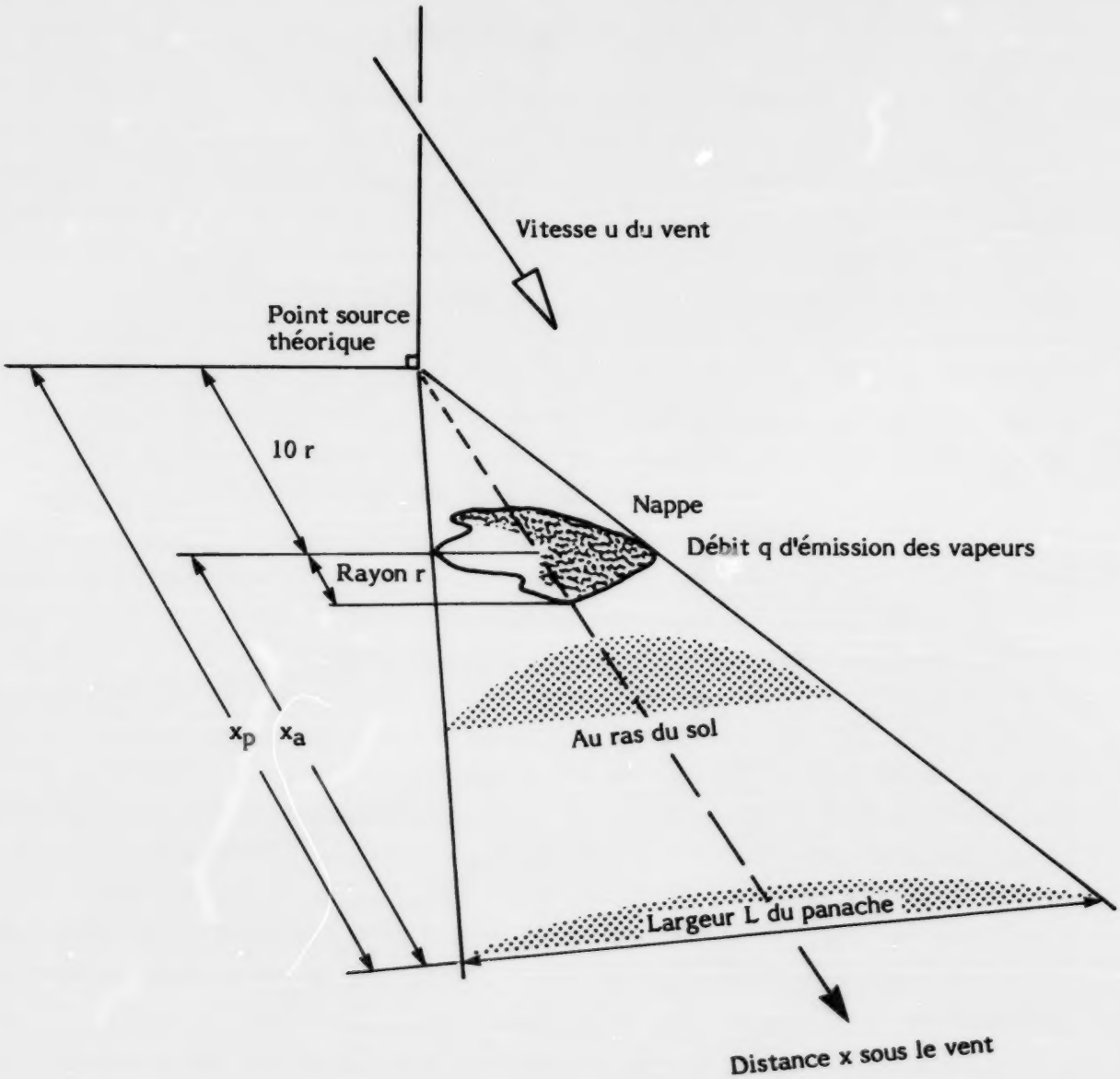


Figure 15 Débit d'émission des vapeurs se dégageant d'une nappe liquide, calculé en fonction du rayon maximal de la nappe

Tableau 5 Catégories météorologiques (de stabilité)

Figure 16 Teneur uniformisée en vapeurs, calculée en fonction d'une distance donnée sous le vent et pour différentes catégories météorologiques

Tableau 6 Demi-largeurs maximales du panache dangereux

Figure 19 Distance parcourue par le panache, calculée en fonction du temps écoulé depuis le déversement et pour différentes vitesses du vent

La figure 14 indique les étapes à suivre dans le calcul de la diffusion des vapeurs et dans le choix des nomogrammes et des tableaux à utiliser. En fait, ce sont les étapes encadrées par un pointillé qui servent dans la présente section. (Les données relatives au volume total de liquide déversé figurent à la section 5.2.) Le lecteur trouvera dans les paragraphes qui suivent l'information relative à chacun des nomogrammes de la diffusion et à son utilisation.

5.3.2.1 Débit d'émission des vapeurs en fonction du rayon de la nappe et de la température (figure 15). - Le *Manuel d'introduction Enviroguide* fournit des équations sur la vitesse d'évaporation permettant de calculer la vitesse d'évaporation propre à l'oxyde de propylène. À une température de 20 °C et sous un vent de 4,5 m/s (16,1 km/h), cette vitesse est de 11,5 g/(m^2s). D'autres vitesses ont été calculées à l'aide d'une équation qui, pour un vent donné, tient compte de la température ambiante et de la tension de vapeur de l'oxyde de propylène (Chem. Eng., 1976) à cette température. Ainsi, pour un vent dont la vitesse est de 4,5 m/s, la vitesse d'évaporation est de 5,0 g/(m^2s) à 0 °C, alors qu'elle est de 15,0 g/(m^2s) à 30 °C.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

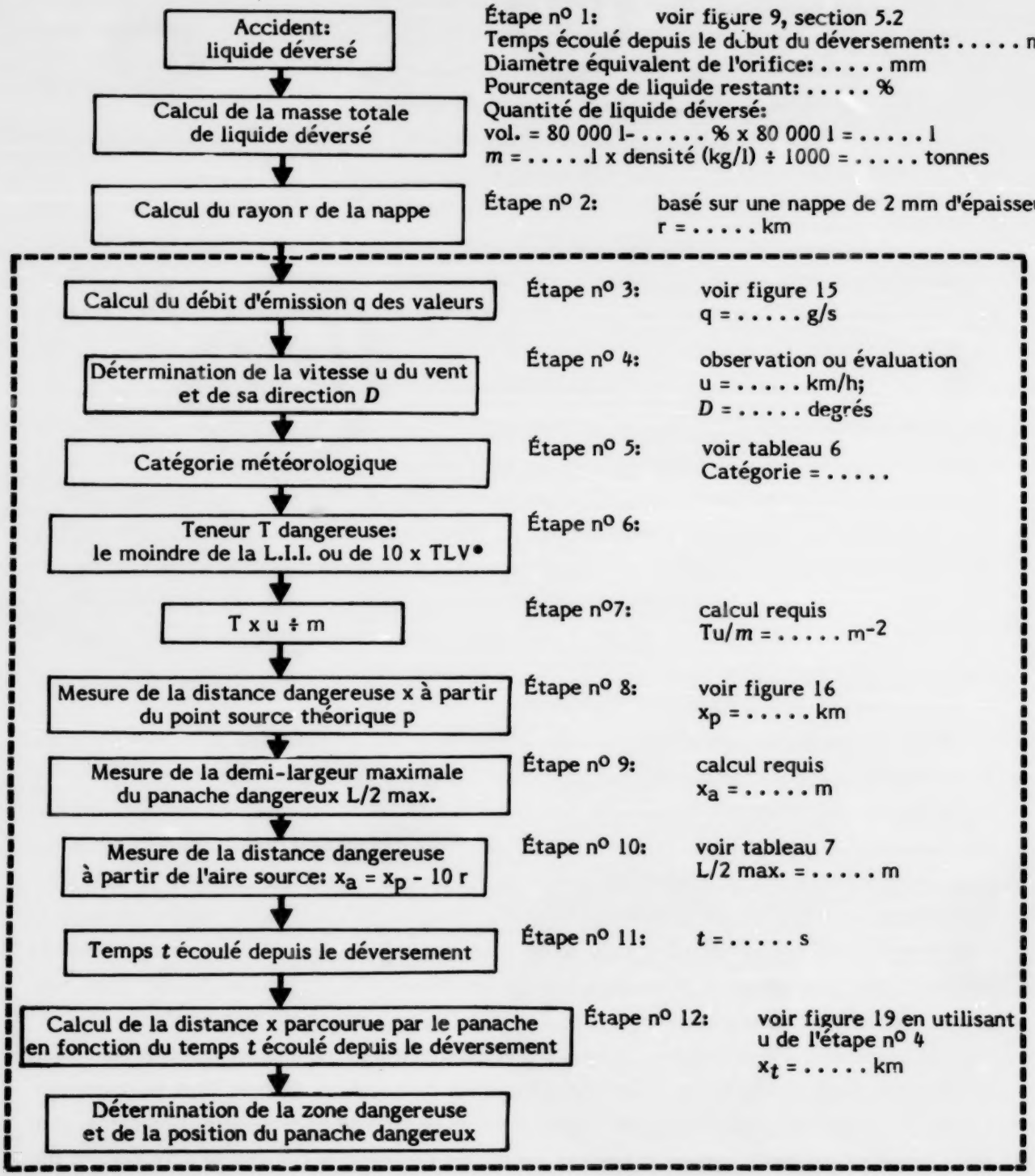
Pour une nappe de rayon connu, le débit q d'émission des vapeurs dans l'atmosphère à une température donnée peut être évalué à l'aide de la figure 15. Les segments continus des droites représentent des quantités déversées allant de 10,05 à 66 tonnes, ce dernier chiffre correspondant à peu près au volume de 80 000 litres (17 600 gal imp.) contenu dans un wagon-citerne type chargé d'oxyde de propylène. Le lecteur notera que la figure 15 vaut pour une vitesse du vent de 4,5 m/s (16,1 km/h); elle ne permet donc qu'une évaluation approximative du débit d'émission pour toute autre vitesse du vent. En revanche, le *Manuel d'introduction Enviroguide* fournit l'équation qui permet d'établir la vitesse d'évaporation pour une vitesse de vent donnée à partir de la valeur établie pour une vitesse de 4,5 m/s.

Le calcul du débit d'émission est basé sur le rayon d'une nappe à la surface d'un plan d'eau (tableau D1, CHRIS, 1974). Le rayon choisi est celui de l'azotite d'éthyle dont la tension de vapeur et la densité relative sont identiques à celles de l'oxyde de propylène. Comme un plan d'eau présente une surface plane et ouverte, ce qui est rarement le cas lors de déversement sur

Figure 14

OXYDE DE PROPYLÈNE

ÉTAPES À SUIVRE POUR DÉTERMINER LA ZONE DANGEREUSE



Étape n° 1: voir figure 9, section 5.2
Temps écoulé depuis le début du déversement: . . . . . mn
Diamètre équivalent de l'orifice: . . . . . mm
Pourcentage de liquide restant: . . . . . %
Quantité de liquide déversé:
vol. = 80 000 l - . . . . . % x 80 000 l = ... l
m = ... l x densité (kg/l) ÷ 1000 = ... tonnes

Étape n° 2: basé sur une nappe de 2 mm d'épaisseur
r = ... km

Étape n° 3: voir figure 15
q = ... g/s

Étape n° 4: observation ou évaluation
u = ... km/h;
D = ... degrés

Étape n° 5: voir tableau 6
Catégorie = ...

Étape n° 6:

Étape n°7: calcul requis
Tu/m = ... m^{-2}

Étape n° 8: voir figure 16
x_p = ... km

Étape n° 9: calcul requis
x_a = ... m

Étape n° 10: voir tableau 7
L/2 max. = ... m

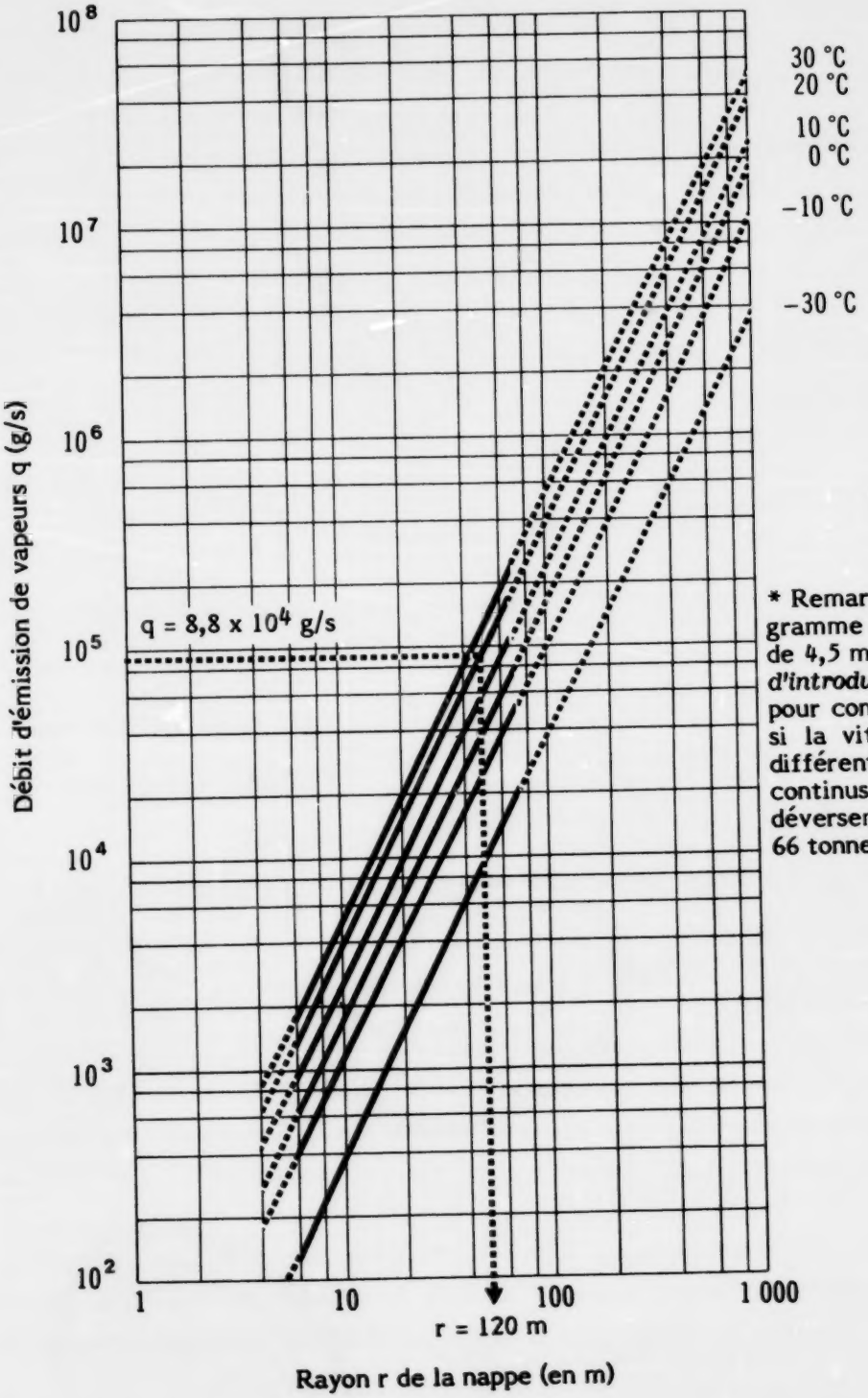
Étape n° 11: t = ... s

Étape n° 12: voir figure 19 en utilisant u de l'étape n° 4
x_t = ... km

Figure 15

OXYDES DE PROPYLÈNE

DÉBIT D'ÉMISSION DES VAPEURS À DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES* EN FONCTION DU RAYON DE LA NAPPE



* Remarque. - Le nomogramme vaut pour un vent de 4,5 m/s. Voir le *Manuel d'introduction Enviroguide* pour convertir les valeurs si la vitesse du vent est différente. Les segments continus représentent des déversements de 0,05 à 66 tonnes.

terre (surface plutôt irrégulière et poreuse), on obtient un rayon maximal donc des valeurs maximales. Si l'on applique l'algorithme calculé pour un plan d'eau à un déversement sur terre, le rayon sera surestimé et les valeurs obtenues seront celles qui s'appliquent à des cas extrêmes.

5.3.2.2 Teneur uniformisée en vapeurs en fonction de la distance sous le vent. - La figure 16 illustre la relation qui existe entre la teneur en polluant, sous forme de vapeurs, et la distance sous le vent pour les catégories météorologiques D et F. Le nomogramme a été établi à l'aide des modèles de diffusion décrits dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*. La teneur en vapeurs est représentée par la teneur uniformisée Tu/q au ras du sol le long de la médiane du panache schématisé. La catégorie F est la moins propice à la diffusion du panache; la catégorie D est la plus fréquente presque partout au Canada. Il faut déterminer la catégorie .appropriée (tableau 5) avant d'utiliser la figure 16.

Tableau 5
Catégories météorologiques (de stabilité)

Catégorie F	Catégorie D
Vitesse du vent < 11 km/h (≃ m/s) et l'une des conditions suivantes: ciel couvert durant le jour; nuit; forte inversion de température.	S'applique à pratiquement toutes les autres conditions.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

La distance maximale dangereuse du côté sous le vent x peut être déterminée à l'aide de la figure 16, si l'on connaît:

Le débit d'émission des vapeurs q, en g/s;

La vitesse du vent u, en m/s;

La catégorie météorologique (de stabilité).

La teneur T dangereuse limite, soit la valeur la moindre entre 10 fois la TLV• (exprimée en g/m^3) et la limite inférieure d'inflammabilité (exprimée en g/m^3). Remarque: Pour convertir la TLV• (exprimée en ppm) et la L.I.I. (exprimée en pourcentage volumique) en g/m^3, utiliser les figures 17 et 18.

Une teneur dangereuse limite, égale à 10 x TLV•, a été choisie de façon arbitraire; elle représente une limite "relativement réaliste" au-delà de laquelle une exposition de courte durée (30 minutes) présente un danger pour la santé. La TLV• est une norme d'exposition de

Figure 16

OXYDE DE PROPYLÈNE

TENEUR UNIFORMISÉE EN VAPEURS EN FONCTION DE LA DISTANCE SOUS LE VENT

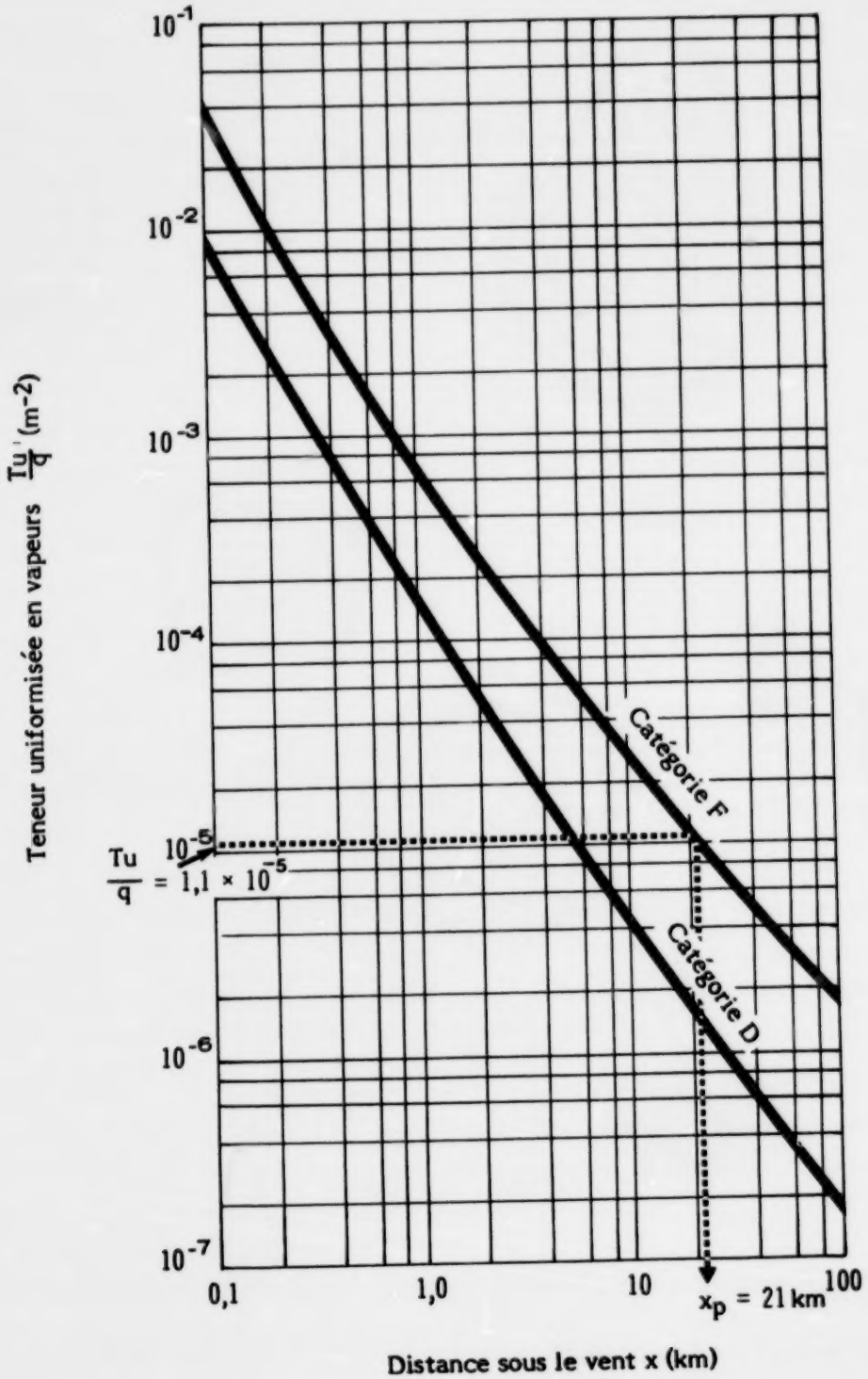
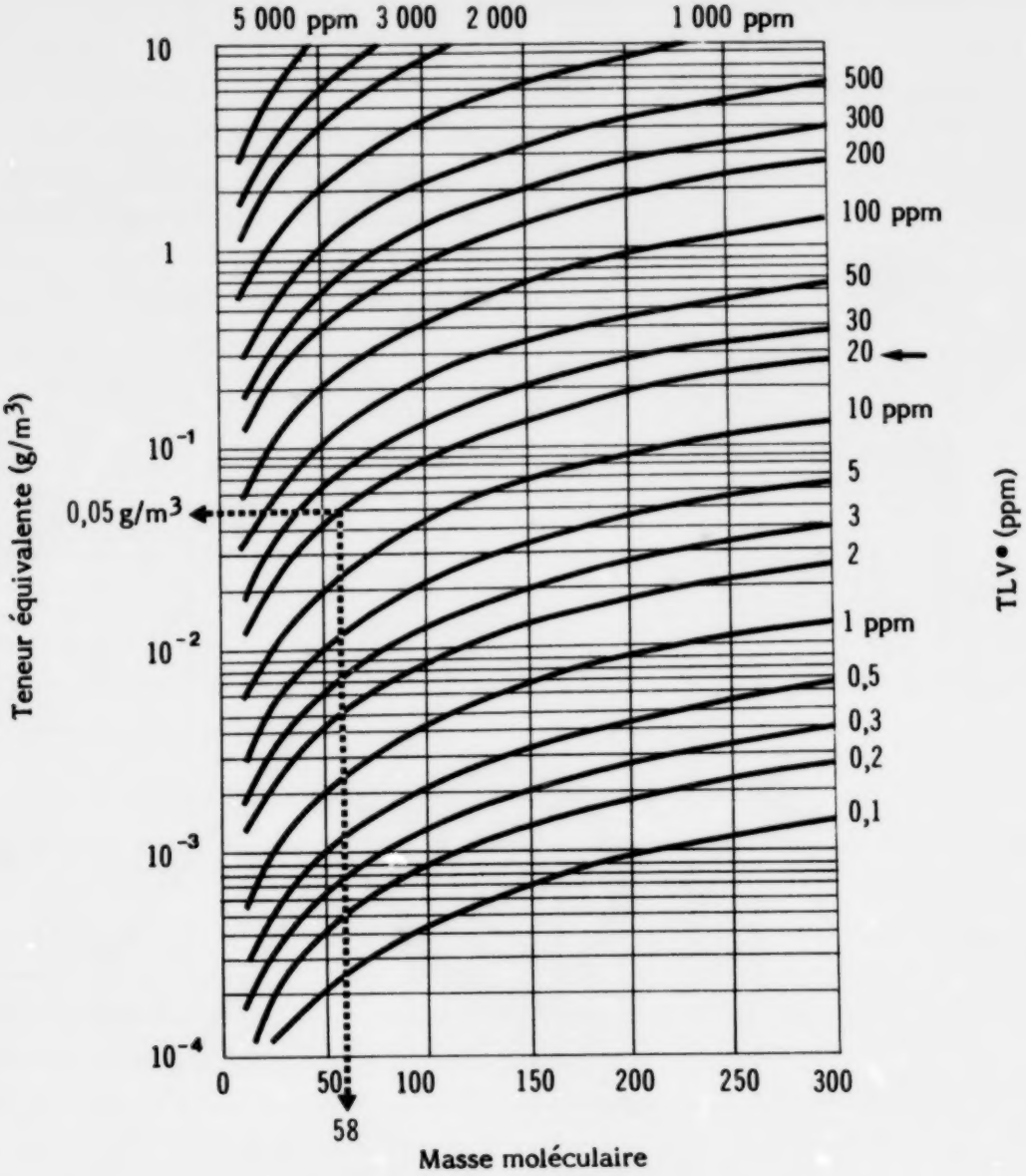


Figure 17

OXYDE DE PROPYLÈNE

CONVERSION DES UNITÉS DE LA TLV• (ppm en g/m³)



Exemple. - Masse moléculaire de l'oxyde de propylène = 58; TLV• = 20 ppm; alors TLV• en g/m³ = 0,05.

Note. - Ces données valent pour une température de 25 °C et une pression de Hg de 760 mm.

longue durée sur les lieux de travail. Si elle était utilisée comme teneur limite dangereuse, la zone dangereuse atteindrait des proportions démesurées.

5.3.2.3 Demi-largeur maximale du panache dangereux. - Le tableau 6 présente des valeurs de la demi-largeur maximale L/2 max. du panache pour une plage de valeurs q/u, en fonction des conditions de stabilité D et F. Ces valeurs ont été calculées à l'aide des modèles de diffusion expliqués dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*, en supposant une valeur égale à 10 fois la TLV• (0,05 g/m^3 pour l'oxyde de propylène), soit 0,50 g/m^3. La demi-largeur du panache dangereux représente la demi-largeur du nuage de vapeurs d'oxyde de propylène, situé du côté sous le vent et atteignant une teneur limite égale à 10 fois la TLV•. Le tableau 6 ne s'applique donc que dans le cas d'une teneur limite de 0,50 g/m^3. À noter que la distance maximale considérée est de 100 km.

La catégorie D comporte une plage de vitesses du vent qui s'étend de 1 à 30 m/s. Quant à la plage des débits d'émission q utilisée, elle va de 7500 à 3 500 000 g/s, ce qui correspond à une plage de masses déversées comprises entre 1 et 2500 tonnes. Si tout le contenu, soit 80 000 l (17 600 gal imp.) du wagon-citerne était déversé, cela représenterait une masse de 66 400 kg (soit environ 66 tonnes d'oxyde de propylène). Le tableau 6, pour la catégorie D, fournit des valeurs calculées en fonction de masses jusqu'à 37 fois plus considérables.

Pour la catégorie F, la plage de vitesses du vent u va de 1 à 3 m/s. Quant à la plage de débits d'émission q utilisée, elle va de 750 à 3 000 000 g/s, ce qui correspond à une plage de masses déversées comprises entre 0,05 et 100 tonnes d'oxyde de propylène. Le tableau 6, pour la catégorie F, fournit des chiffres calculés en fonction de masses déversées représentant jusqu'à 1,5 fois la charge utile d'un wagon-citerne type.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

À partir de valeurs connues de q et de u et en fonction d'une catégorie météorologique donnée, calculer q/u. Choisir la valeur q/u la plus proche fournie dans le tableau et la demi-largeur maximale correspondante, en mètres. Pour obtenir un résultat un peu plus précis, déterminer par interpolation les valeurs q/u et L/2 max. (Voir également l'exemple qui accompagne le tableau 6.)

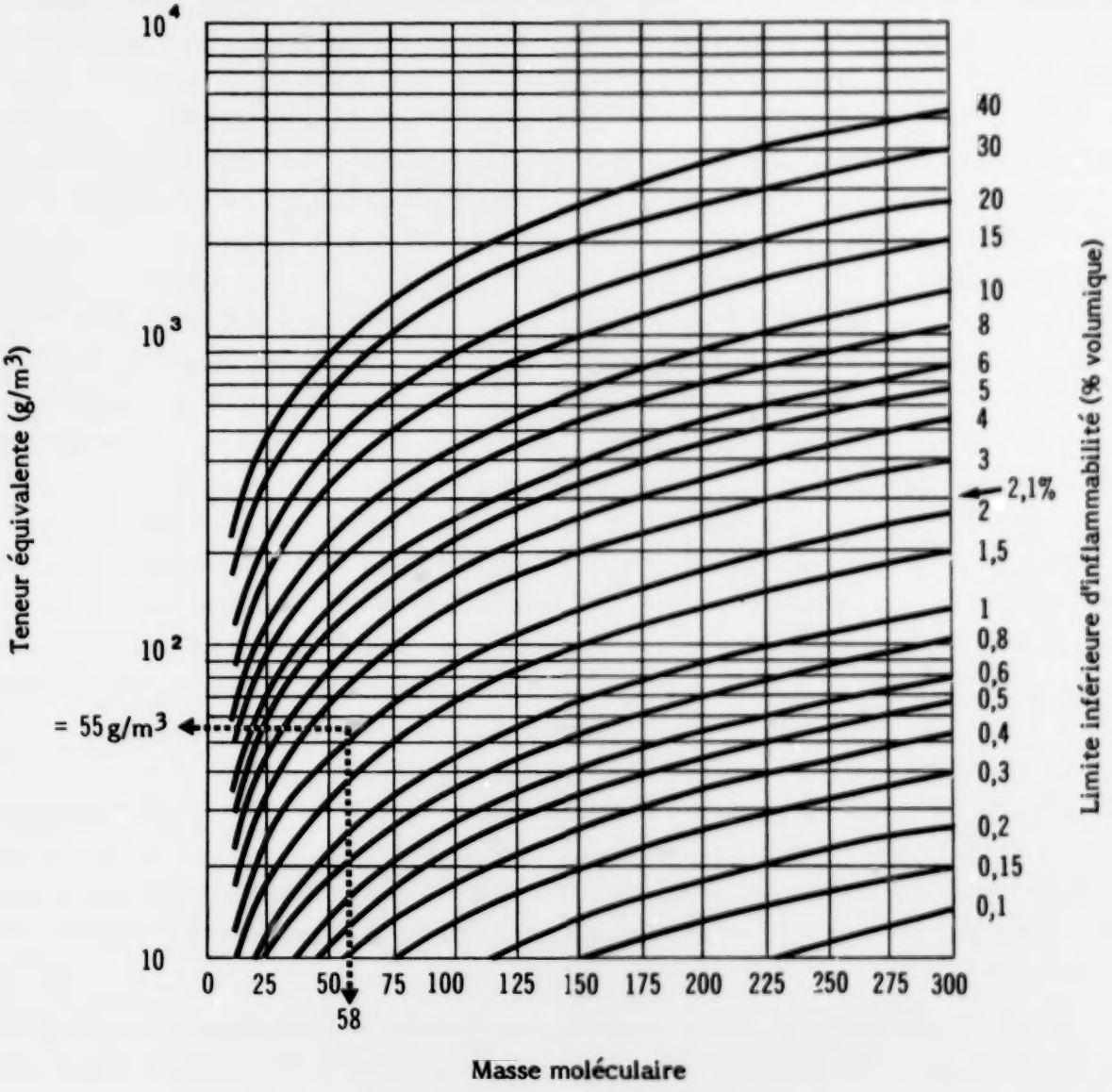
5.3.2.4 Distance parcourue par le panache en fonction du temps écoulé. - La figure 19 indique la distance x parcourue par le panache après un temps *t* de déplacement pour une vitesse de vent u donnée. Il s'agit de représentation graphique de la relation $x_t = ut$ appliquée à un éventail de vitesses du vent fréquentes.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

La vitesse du vent u et le temps *t* de déplacement du panache étant connus, la distance x_t parcourue du côté sous le vent peut être obtenue.

Figure 18

OXYDE DE PROPYLÈNE	CONVERSION EN g/m^3 DU POURCENTAGE VOLUMIQUE DE LA LIMITE INFÉRIEURE D'INFLAMMABILITÉ



Exemple. - Masse moléculaire de l'oxyde de propylène = 58; L.I.I. = 2,1 %; alors L.I.I. en g/m^3 = 55.

Note. - Ces données valent pour une temp. de 25 °C et une pression de Hg de 760 mm.

Figure 19

OXYDE DE PROPYLÈNE

DISTANCE PARCOURUE PAR LE PANACHE EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ

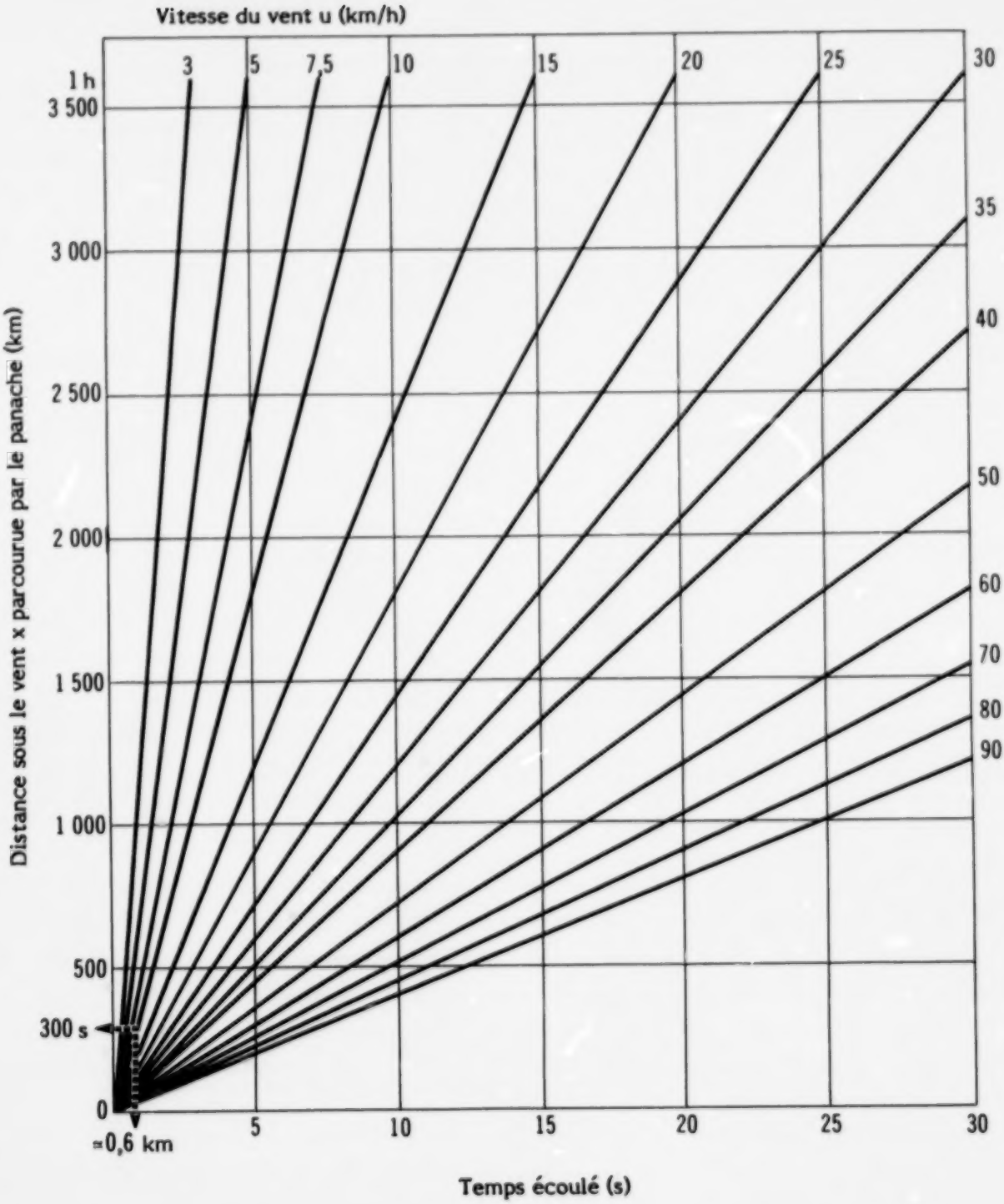


Tableau 6
Demi-largeur maximale du panache dangereux de vapeurs d'oxyde de propylène (à 20 °C)

Catégorie météorologique D			Catégorie météorologique F		
q/u (g/m)	L/2 max. (m)		q/u (g/m)	L/2 max. (m)	
3 500 000	3430	(99,5 km)*	300 000	1430	(99,5 km)*
3 000 000	3115		250 000	1250	
2 500 000	2785		200 000	1060	
2 000 000	2425		150 000	855	
1 500 000	2030		125 000	745	
1 250 000	1815		100 000	630	
1 000 000	1580		75 000	510	
750 000	1320	q/u = 45 200 →	50 000	375	→ L/2 max. = 375 m
500 000	1030		25 000	240	
300 000	750		10 000	135	
200 000	585		7 500	110	
150 000	500		5 000	85	
100 000	395		2 500	55	
75 000	335		1 000	35	
50 000	260		500	25	
25 000	175		250	15	
10 000	100				
5 000	70		* Les données valent pour une distance maximale sous le vent de 100 km.		
2 500	50				
1 000	30				
500	20				
250	15				

Exemple. - Une nappe d'oxyde de propylène dégage des vapeurs à un débit $q = 9{,}5 \times 10^4$ g/s, dans des conditions météorologiques de catégorie F; si la vitesse du vent u = 2,1 m/s, alors q/u = 45 200 g/m, ce qui donne une demi-largeur maximale L/2 max. du panache dangereux de 375 m.
Note. - Le tableau ci-dessus ne vaut que pour une teneur en oxyde de propylène de 0,50 g/m^3, c'est-à-dire 10 fois la TLV•.

5.3.3 Étapes du calcul. - L'exemple donné ci-dessous illustre les étapes à suivre dans le calcul qui permet de déterminer la zone dangereuse sous le vent à partir du lieu où se produit un déversement d'oxyde de propylène liquide. L'utilisateur prendra note des limites des méthodes de calcul décrites dans le présent guide ou dans le *Manuel d'introduction Enviro-guide*. Les estimations ne valent que pour les conditions précisées. Il est souhaitable que l'utilisateur, dans un cas de déversement réel, se serve de données connues ou observables (par exemple, le rayon de la nappe).

DONNÉES DU PROBLÈME

Au cours de la nuit, vers 2 h, 20 tonnes d'oxyde de propylène ont été déversées sur un sol plat. Il est maintenant 2 h 05. La température est de 20 °C et le vent souffle du nord-ouest à une vitesse de 7,5 km/h. Déterminer la zone de vapeurs dangereuses.

ÉTAPES DU CALCUL

Étape 1 La masse *m* de liquide déversé est de 20 tonnes.

Étape 2 Calculer le rayon r de la nappe.

Utiliser le rayon mesuré sur place si cela est possible.

Sinon, utiliser le rayon maximal calculé en fonction d'une épaisseur de la nappe de 2 mm.

r = 50 ÷ 1000 = 0,05 km.

Étape 3 Calculer le débit d'émission q à temp. = 20 °C.

r = 50 m et temp. = 20 °C, $q = 9{,}5 \times 10^4$ g/s.

Étape 4 Déterminer la vitesse du vent u et sa direction *D*.

Utiliser l'information accessible sur les conditions météorologiques, de préférence à partir d'observations faites sur le terrain. Ici:

u = 7,5 km/h; alors u = 7,5 ÷ 3,6 = 2,1 m/s;

D = N.-O. ou 315° (*D* = direction d'où souffle le vent).

Étape 5 Déterminer la catégorie météorologique.

Le tableau 5 permet d'établir qu'il s'agit de la catégorie F, puisque u < 11 km/h et que le déversement s'est produit au cours de la nuit.

Étape 6 Déterminer la teneur T dangereuse limite.

Dans le cas de l'oxyde de propylène, celle-ci correspond à 10 x TLV• établie à 0,05 g/m^3 donc:

T = 0,50 g/m^3 (teneur moindre que la L.I.I. qui est de 55 g/m^3)

Étape 7 Calculer Tu/q.

$$Tu/q = \frac{0{,}01 \times 2{,}1}{1{,}3 \times 10^4} = 1{,}1 \times 10^{-5}\ m^{-2}$$

Étape 8 Calculer la distance maximale dangereuse du côté sous le vent x à partir du point source p théorique.

Voir figure 16. Pour une catégorie F de conditions météorologiques, si $Tu/q = 1{,}1 \times 10^{-5}\ m^{-2}$, x_p = 21 km.

Étape 9 Calculer la distance dangereuse maximale du côté sous le vent x à partir de l'aire source a.

Comme x_p = 21 km et r = 0,05 km

$x_a = x_p - 10\ r$ = 21 km - 10(0,05 km) = 20,5 km.

Étape 10 Calculer la demi-largeur maximale du panache dangereux.

Se servir du tableau 6. Comme $q = 9{,}5 \times 10^4$ g/s et u = 2,1 m/s,

$$q/u = \frac{9{,}5 \times 10^4}{2{,}1} = 45\,200\ g/m$$

Pour la catégorie F de conditions météorologiques, la valeur de q/u la plus proche est de 50 000 g/m, ce qui donne une demi-largeur maximale d'environ 375 m.

Étape 11 Déterminer le temps t écoulé depuis le début du déversement.

t = 5 mn x 60 = 300 s.

Étape 12 Calculer la distance sous le vent x parcourue par le panache depuis le début du déversement.

Se servir de la figure 19. Comme t = 300 s et u = 7,5 km/h,

x_t = 0,6 km (plus précisément: ut = 2,1 m/s et 300 s = 630 m = 0,63 km).

Étape 13 Schématiser la zone dangereuse.

Cela se fait en formant un rectangle dont deux des côtés opposés mesurent (chacun) deux fois la demi-largeur maximale du panache dangereux (375 m), alors que les deux autres côtés mesurent (chacun) l'équivalent de la distance maximale dangereuse sous le vent à partir de l'aire source, soit 20,5 km, et sont orientés dans la direction du vent (voir figure 20).

Si le vent ne fluctue que de 20 °C (315° ± 10°) le schéma de la zone dangereuse correspond à la figure 21.

Note. - Au cours des 5 minutes qui se sont écoulées depuis le début du déversement, le panache a franchi 0,63 km. Sous un vent de 7,5 km/h, il s'écoulerait encore 160 minutes avant que le panache franchisse la distance maximale dangereuse sous le vent, soit 20,5 km.

5.4 Comportement dans l'eau

5.4.1 Introduction. - En cas de déversement d'oxyde de propylène dans l'eau, le produit flottera au début. Comme il est miscible à l'eau, une partie se dissoudra immédiatement et une partie s'évaporera. Il y a mélange de la phase aqueuse et le produit se dilue. En général, le phénomène de mélange peut être décrit par les équations de diffusion classiques, comportant un ou plusieurs coefficients de diffusion. Dans les cours d'eau, le mélange est surtout le résultat d'un écoulement turbulent; alors que dans un plan d'eau (étendue d'eau calme) il s'effectue par diffusion moléculaire.

Pour évaluer la teneur en polluant de l'eau d'un cours d'eau en aval du lieu d'un déversement, les auteurs ont utilisé un modèle de diffusion turbulente. Ce modèle s'applique aux liquides miscibles à l'eau, de densité équivalente à celle de l'eau, et aux solides qui se dissolvent dans l'eau. Il vaut donc pour l'oxyde de propylène.

Le modèle utilisé est unidimensionnel; il établit un canal rectangulaire théorique et suppose une teneur uniforme en polluant dans toute section donnée de l'écoulement (section mouillée). En pratique, une telle uniformité n'est possible qu'en des points situés assez loin en aval du lieu du déversement, là où les mécanismes de mélange et de dilution ont joué suffisamment pour produire une répartition égale du polluant à travers le canal. Le modèle s'applique aux cours d'eau dont le rapport largeur/profondeur est inférieur à 100. Il postule

Figure 20

OXYDE DE PROPYLÈNE

ZONE DANGEREUSE MAXIMALE SOUS UN VENT INVARIABLE EXEMPLE DE PROBLÈME

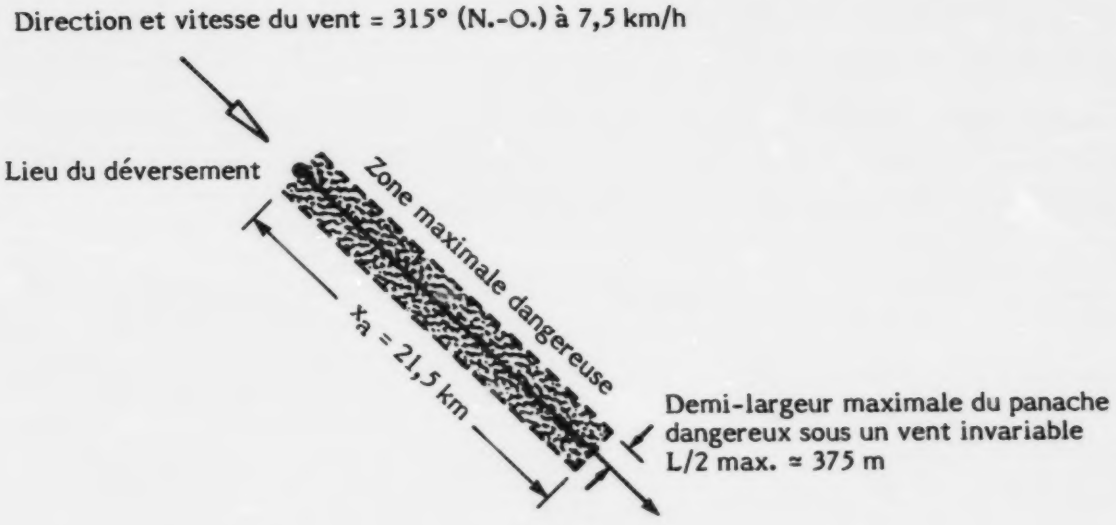
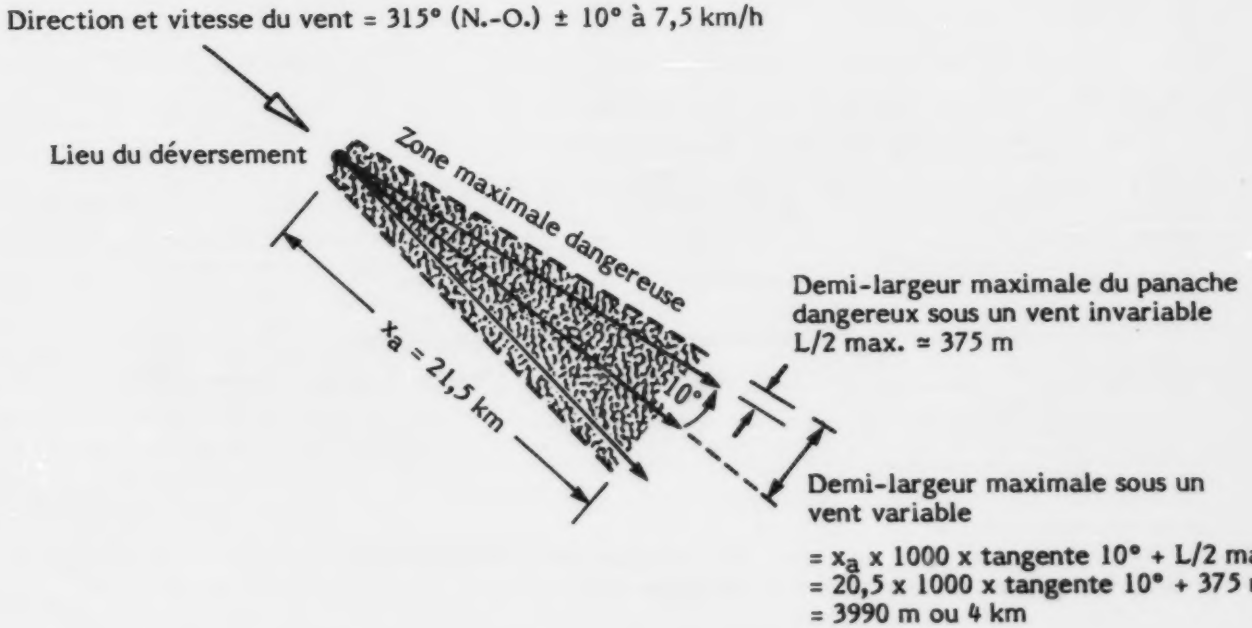


Figure 21

OXYDE DE PROPYLÈNE

ZONE DANGEREUSE MAXIMALE SOUS UN VENT VARIABLE EXEMPLE DE PROBLÈME



également un coefficient de rugosité de Manning de 0,03. (Pour plus de détails au sujet de ce modèle, voir le *Manuel d'introduction Enviroguide.*)

En ce qui a trait à la diffusion moléculaire dans un plan d'eau, aucun modèle n'a été élaboré. Les auteurs ont établi des nomogrammes permettant de délimiter la zone dangereuse et de calculer la teneur moyenne dans cette zone en fonction de la masse de liquide déversé, indépendamment du temps écoulé.

5.4.2 Nomogrammes de la diffusion du polluant dans l'eau. - Le lecteur trouvera ci-dessous la liste des nomogrammes servant à déterminer les teneurs en polluant des cours d'eau non soumis aux marées et des lacs au repos et autres plans d'eau.

A. - Cours d'eau non soumis aux marées

Figure 23 Distance en fonction du temps (pour une plage de vitesses moyennes d'écoulement)

Figure 24 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal (pour une plage de profondeurs du canal (hauteurs du canal))

Figure 25 Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique (pour une plage de vitesses moyennes d'écoulement)

Figure 26 Alpha* en fonction du coefficient de diffusion turbulente (pour différentes valeurs de temps écoulé)

Figure 27 Delta* en fonction d'alpha (pour différentes masses de liquide déversé)

Figure 28 Teneur maximale en fonction de delta (pour des sections mouillées de différentes surfaces)

B. - Lacs au repos et autres plans d'eau

Figure 29 Volume d'eau en fonction du rayon hydraulique de la zone dangereuse (pour différentes profondeurs du lac, c.-à-d. différentes hauteurs d'eau)

Figure 30 Teneur moyenne en fonction du volume d'eau de la zone dangereuse (pour différentes masses de liquide déversé)

La figure 22 présente les étapes à suivre pour évaluer la teneur en polluant en un point situé en aval du lieu du déversement et indique les nomogrammes à utiliser; ces derniers sont expliqués dans les paragraphes qui suivent.

5.4.2.1 Diffusion dans les cours d'eau non soumis aux marées

Figure 23 Distance en fonction du temps. - Le graphique montre les relations entre la vitesse moyenne de l'écoulement, le temps écoulé et la distance parcourue. Pour une vitesse

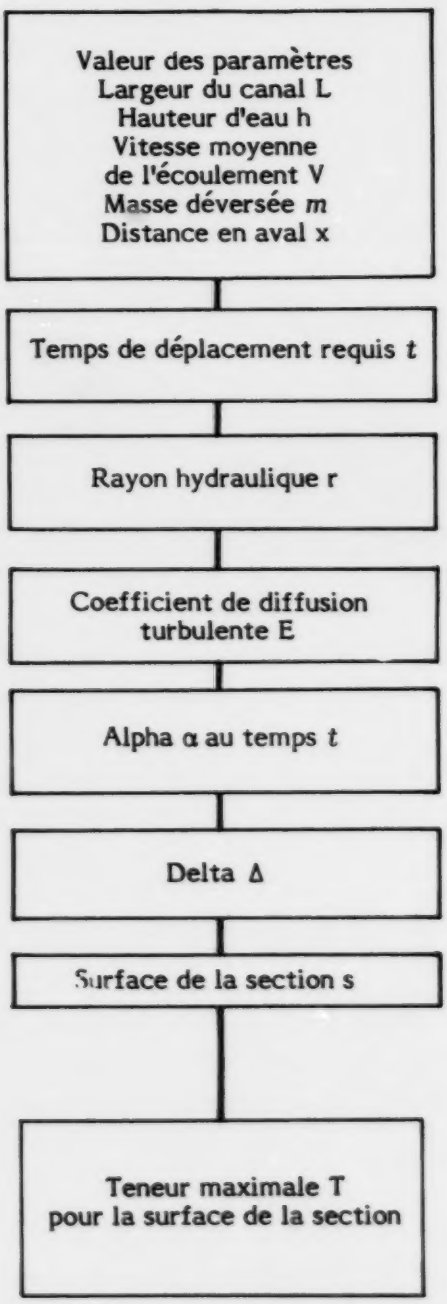
---

* Alpha et delta ne sont que des facteurs de conversion: leur utilité est de faciliter le calcul des teneurs en aval du lieu du déversement.

Figure 22

OXYDE DE PROPYLÈNE

ÉTAPES À SUIVRE POUR CALCULER LA TENEUR EN POLLUANT D'UN COURS D'EAU NON SOUMIS AUX MARÉES



Étape 1

Par observation ou évaluation

L = _____ m
h = _____ m
V = _____ m/s
m = _____ tonnes
x = _____ m

Étape 2 t = _____ mn (fig. 23)

Étape 3 r = _____ m (fig. 24)

Étape 4 E = _____ m^2/s (fig. 25)

Étape 5 α = _____ (fig. 26)

Étape 6 Δ = _____ (fig. 27)

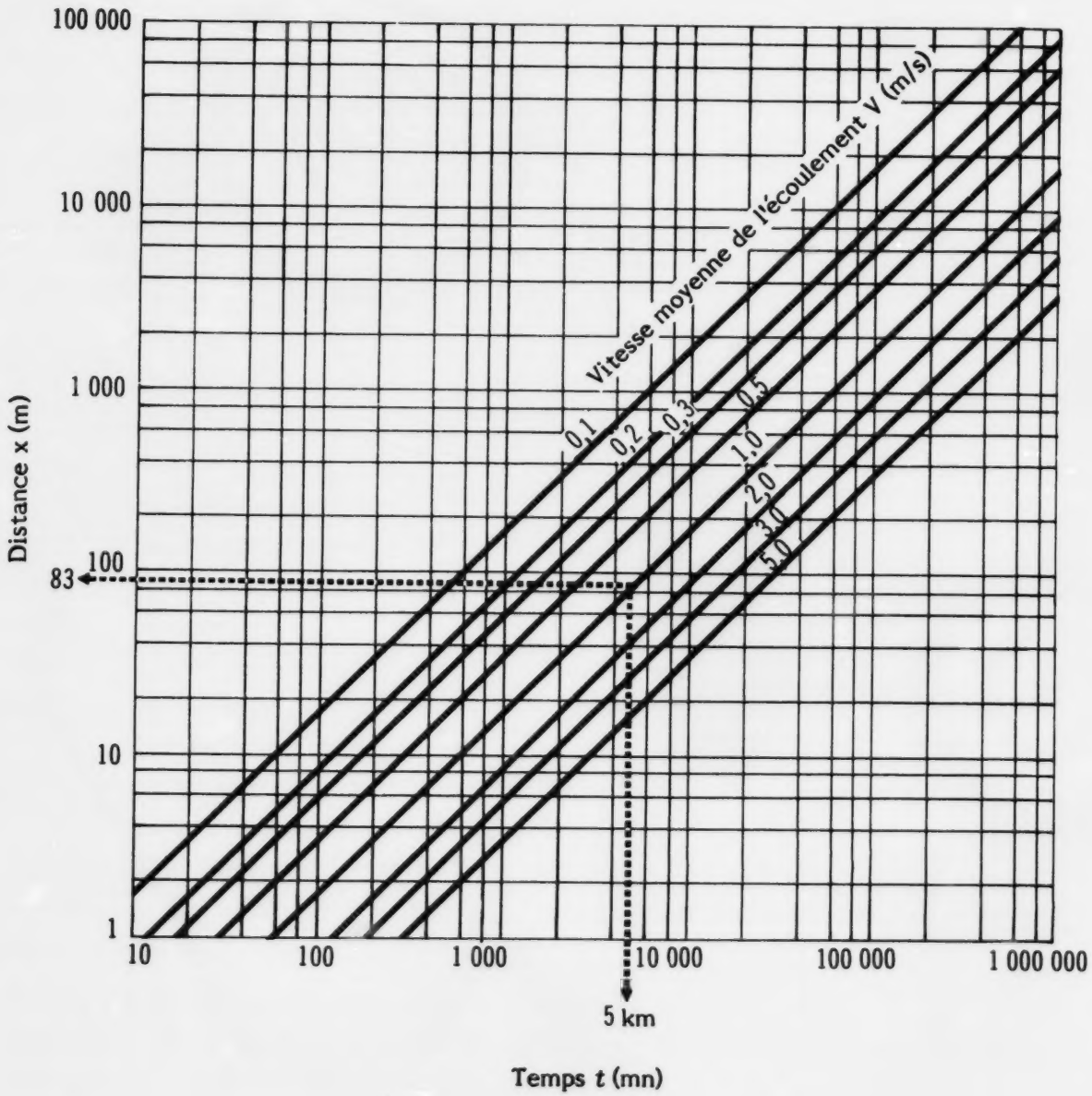
Étape 7 s = L x h = _____ m^2

Étape 8 T = _____ ppm (fig. 28)

Figure 23

OXYDE DE PROPYLÈNE

DISTANCE EN FONCTION DU TEMPS



moyenne de l'écoulement V donnée, le temps *t* que met le polluant pour atteindre un point situé à une distance x donnée en aval du lieu du déversement peut être obtenu rapidement à l'aide de ce graphique.

Figure 24 Rayon hydraulique en fonction de la largeur du canal. - Le modèle choisi pour évaluer la teneur en polluant en aval du lieu du déversement comporte un canal rectangulaire théorique de largeur L, ayant une hauteur d'eau h. Le rayon hydraulique r doit être connu pour calculer le coefficient de diffusion turbulente E. Le rayon hydraulique lui-même correspond au rapport de la surface de la section s mouillée (ou section de l'écoulement) au périmètre mouillé B. La figure 24 permet de déterminer le rayon hydraulique d'un canal à partir de la largeur de ce dernier et de la hauteur d'eau.

Figure 25 Coefficient de diffusion turbulente en fonction du rayon hydraulique. - Les données connues sur le rayon hydraulique r et sur la vitesse moyenne de l'écoulement V permettent de déterminer le coefficient de diffusion turbulente E.

Figure 26 Alpha en fonction du coefficient de diffusion turbulente. - Le nomogramme permet d'obtenir le facteur de conversion α; ce dernier est fonction du coefficient de diffusion turbulente E et du temps *t* requis pour atteindre un point situé en aval du lieu du déversement.

Figure 27 Delta en fonction d'alpha. - Un second facteur de conversion, delta Δ, est requis pour évaluer la teneur en polluant en un point donné. Delta est fonction d'alpha et de la masse de liquide déversé.

Figure 28 Teneur maximale en fonction de delta. - Il s'agit de la dernière étape dans la détermination de la teneur maximale en polluant en un point situé en aval du lieu du déversement. En se servant du facteur delta et connaissant la surface de la section mouillée s, le lecteur trouve rapidement la teneur. La valeur obtenue vaut pour les liquides miscibles à l'eau, de densité équivalente à celle de l'eau, et pour les solides solubles dans l'eau; elle variera quelque peu dans le cas de polluants dont la densité relative est supérieure ou inférieure à celle de l'eau.

5.4.2.2 Diffusion dans les lacs au repos et autres plans d'eau

Figure 29 Volume d'eau en fonction du rayon. - L'étendue d'eau calme (ni vent, ni courant) touchée par le déversement d'un liquide miscible à l'eau, de densité équivalente à celle de l'eau, est représentée par un cylindre théorique de rayon r et de longueur égale à la hauteur d'eau h à l'endroit où le déversement se produit. Le volume d'eau peut être obtenu à l'aide de la figure 29. Le rayon r équivaut à la distance x entre le lieu du déversement et le point où la teneur est mesurée.

Figure 30 Teneur moyenne en fonction du volume d'eau. - Pour un volume d'eau connu du cylindre théorique, le nomogramme permet d'établir une teneur moyenne en polluant selon la masse de liquide déversé. Il est pris pour acquis que la diffusion du polluant est uniforme dans

le cylindre. En pratique, dans le cas de corps dont la densité relative est supérieure ou inférieure à celle de l'eau, la teneur réelle près du fond sera plus forte ou plus faible.

5.4.3 Exemples de calcul

5.4.3.1 Teneur en polluant d'un cours d'eau non soumis aux marées. - Vingt tonnes d'oxyde de propylène ont été déversées dans une rivière. La hauteur d'eau h est de 5 m et la largeur L, de 50 m. La vitesse moyenne de l'écoulement est évaluée à 1 m/s. Quelle est la teneur maximale prévisible en un point situé à 5 km en aval, près d'une prise d'eau?

Étape 1 Déterminer la valeur des paramètres.

L = 50 m; h = 5 m; V = 1 m/s.

m = 20 tonnes d'oxyde de propylène

Étape 2 Déterminer le temps requis pour atteindre le point donné.

Comme x = 5000 m et V = 1 m/s, t = 83 mn (fig. 23).

Étape 3 Déterminer le rayon hydraulique.

Comme L = 50 m et h = 5 m, r = 4,2 m (fig. 24).

Étape 4 Déterminer le coefficient de diffusion turbulente.

Comme r = 4,2 m et V = 1 m/s, E = 69 m^2/s (fig. 25).

Étape 5 Déterminer la valeur d'alpha.

Comme E = 69 m^2/s et t = 83 mn, α = 2000 (fig. 26).

Étape 6 Déterminer la valeur de delta.

Comme α = 2000 et m = 20 tonnes, Δ = 10 (fig. 27).

Étape 7 Calculer la surface de la section mouillée.

s = L x h = 50 x 5 = 250 m^2.

Étape 8 Déterminer la teneur maximale au point donné.

Comme Δ = 10 et s = 250 m^2, T = 40 ppm (fig. 28)

5.4.3.2 Teneur moyenne en polluant dans les lacs au repos et autres plans d'eau. - Vingt tonnes d'oxyde de propylène ont été déversées dans un lac. Le point qui nous intéresse se trouve le long de la rive, à environ 1000 m du lieu du déversement. Entre ce lieu et le point donné, la hauteur d'eau moyenne est de 5 m. Quelle est la teneur moyenne prévisible en ce point?

Étape 1 Déterminer la valeur des paramètres.

h = 5 m; r = 1000 m; m = 20 tonnes d'oxyde de propylène.

Étape 2 Déterminer le volume d'eau assurant la diffusion.

Comme r = 1000 m et h = 5 m, vol. = 1,5 x 10^7 m^3 environ (fig. 29).

Étape 3 Déterminer la teneur moyenne.

Comme vol. = 1,5 x 10^7 m^3 et m = 20 tonnes, T = 1,5 ppm (fig. 30).

Figure 24

OXYDE DE PROPYLÈNE

RAYON HYDRAULIQUE
EN FONCTION DE LA LARGEUR DU CANAL

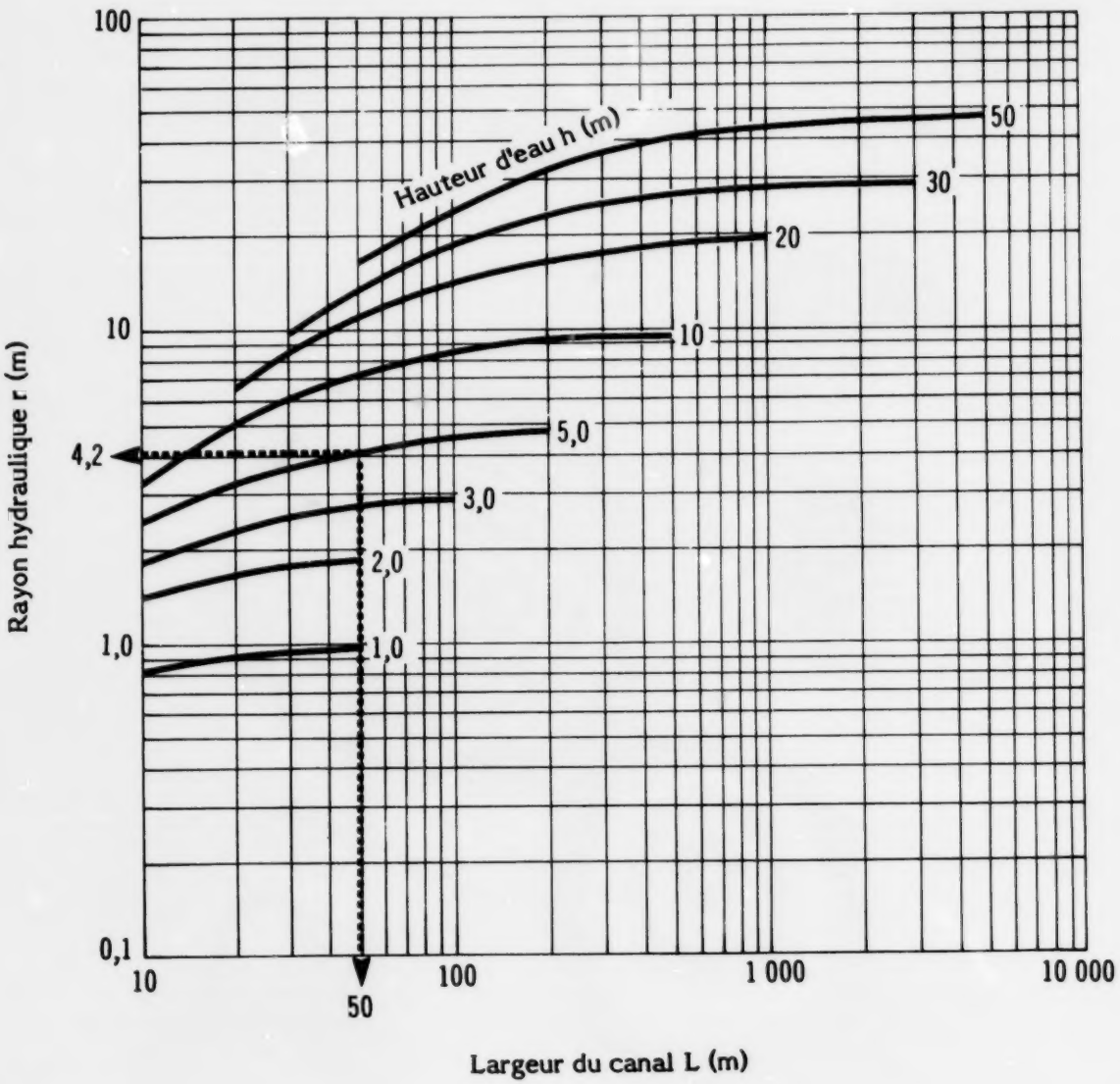


Figure 25

OXYDE DE PROPYLÈNE

COEFFICIENT DE DIFFUSION TURBULENTE EN FONCTION DU RAYON HYDRAULIQUE

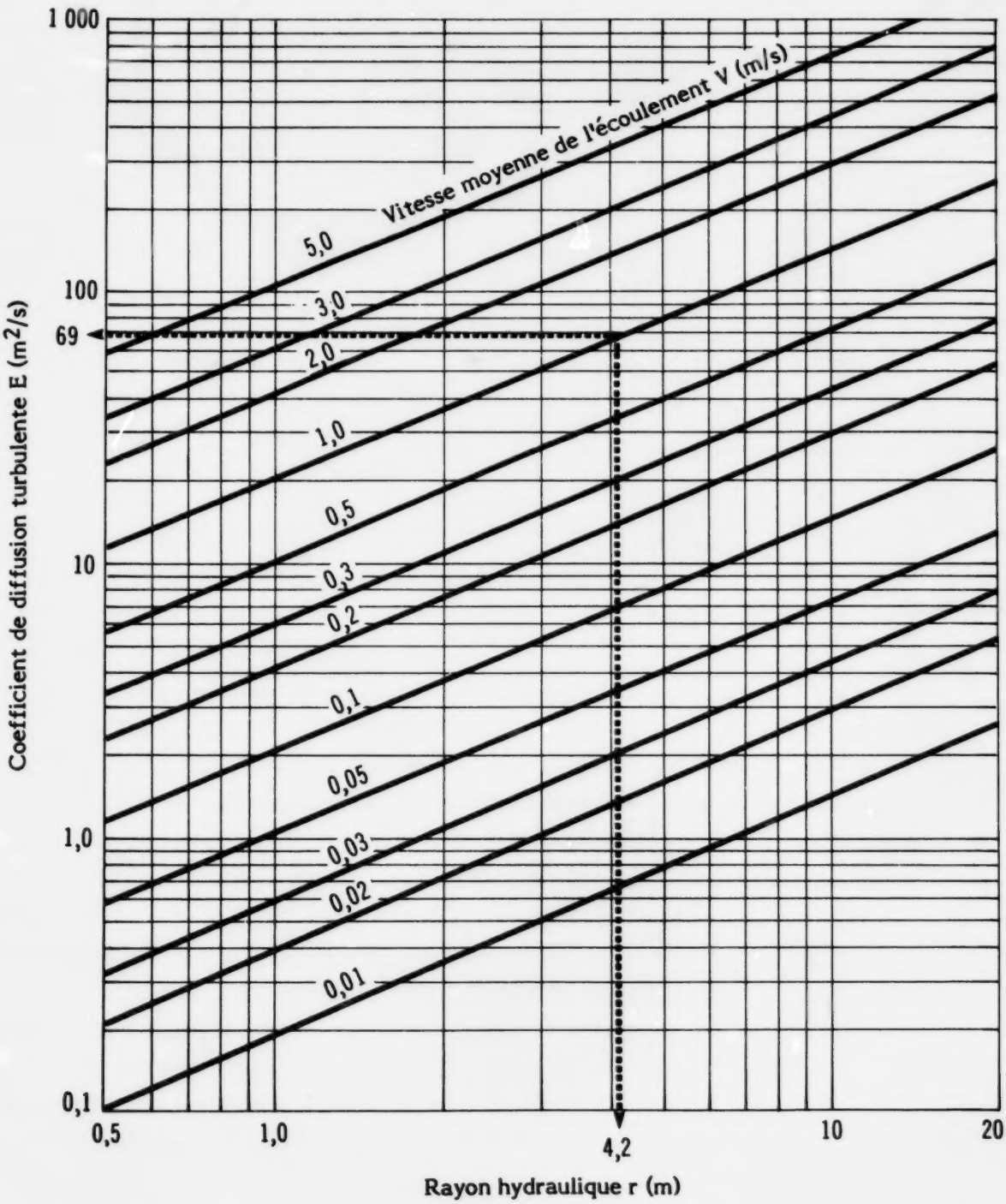


Figure 26

OXYDE DE PROPYLÈNE

ALPHA
EN FONCTION DU COEFFICIENT DE DIFFUSION TURBULENTE

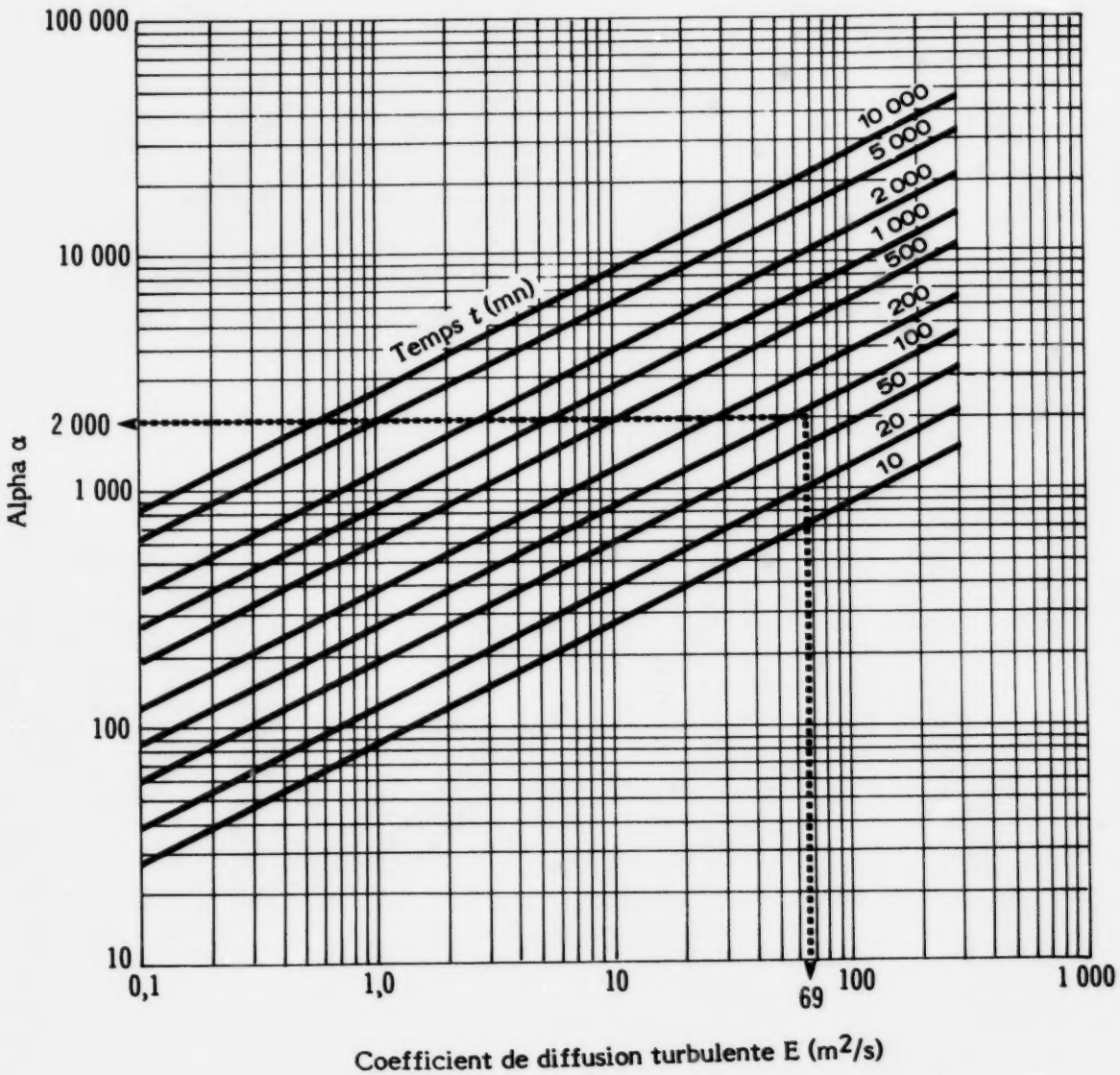


Figure 27

OXYDE DE PROPYLÈNE

DELTA
EN FONCTION D'ALPHA

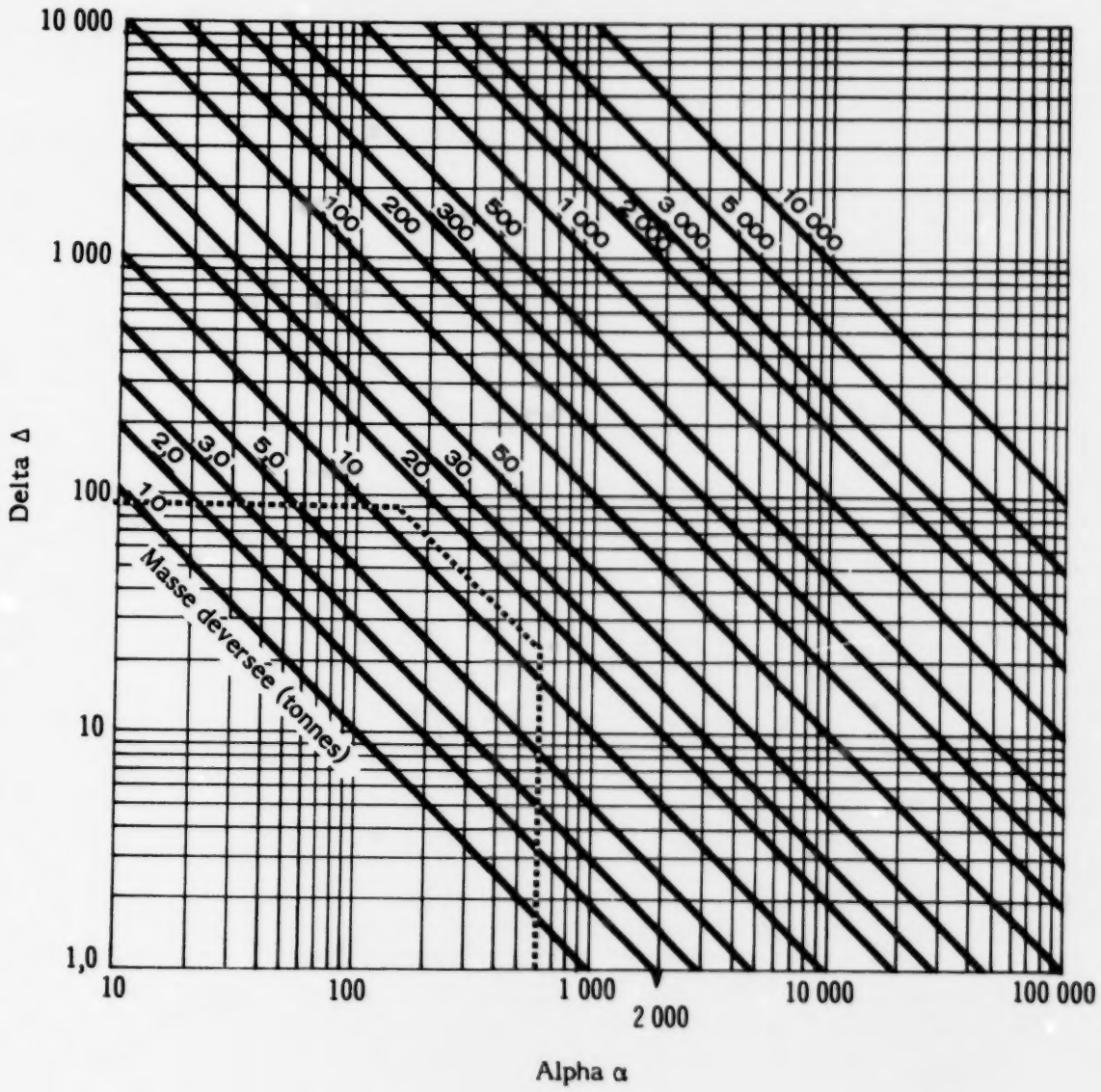


Figure 28

OXYDE DE PROPYLÈNE

TENEUR MAXIMALE
EN FONCTION DE DELTA

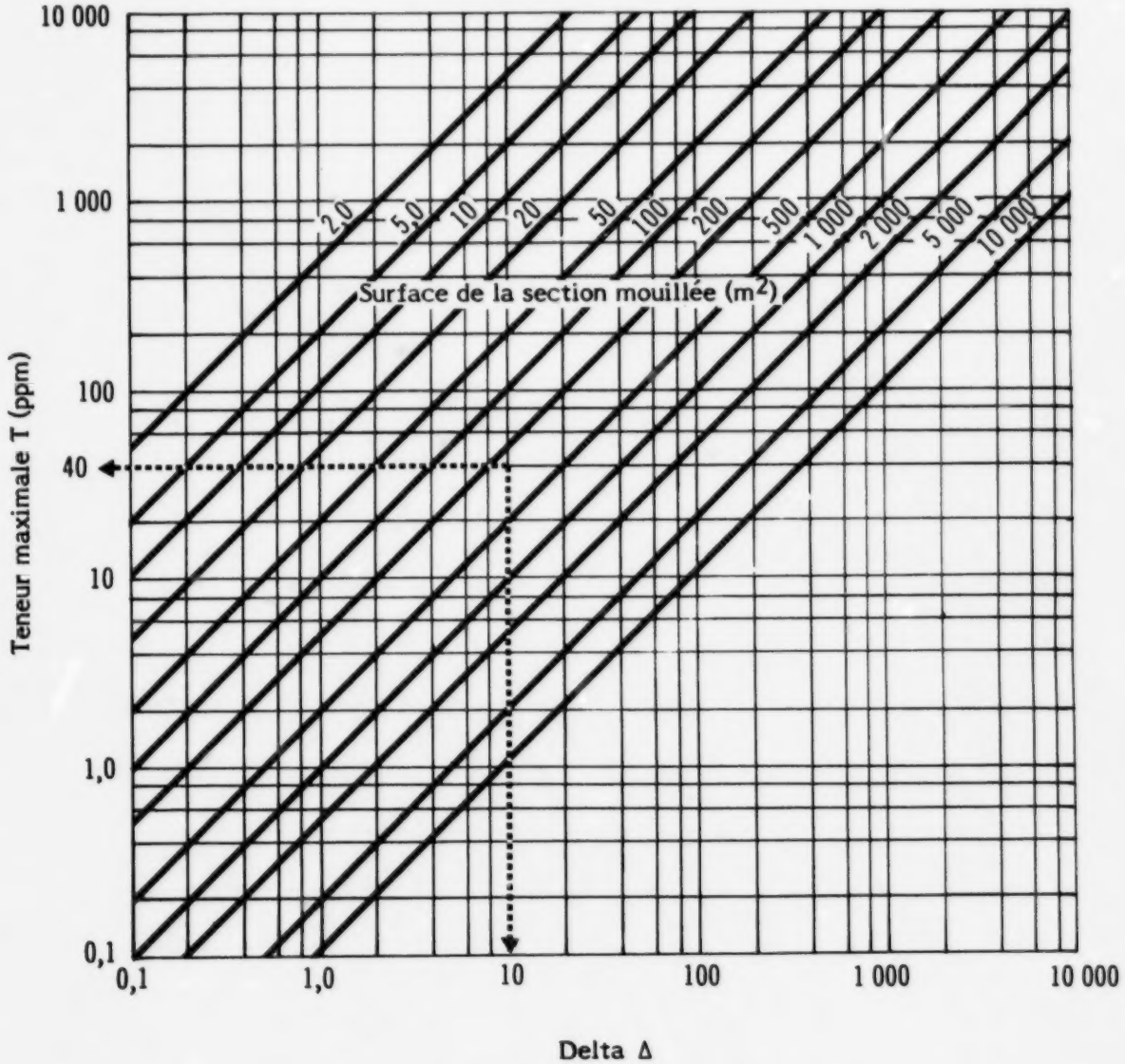


Figure 29

OXYDE DE PROPYLÈNE

VOLUME D'EAU EN FONCTION DU RAYON HYDRAULIQUE

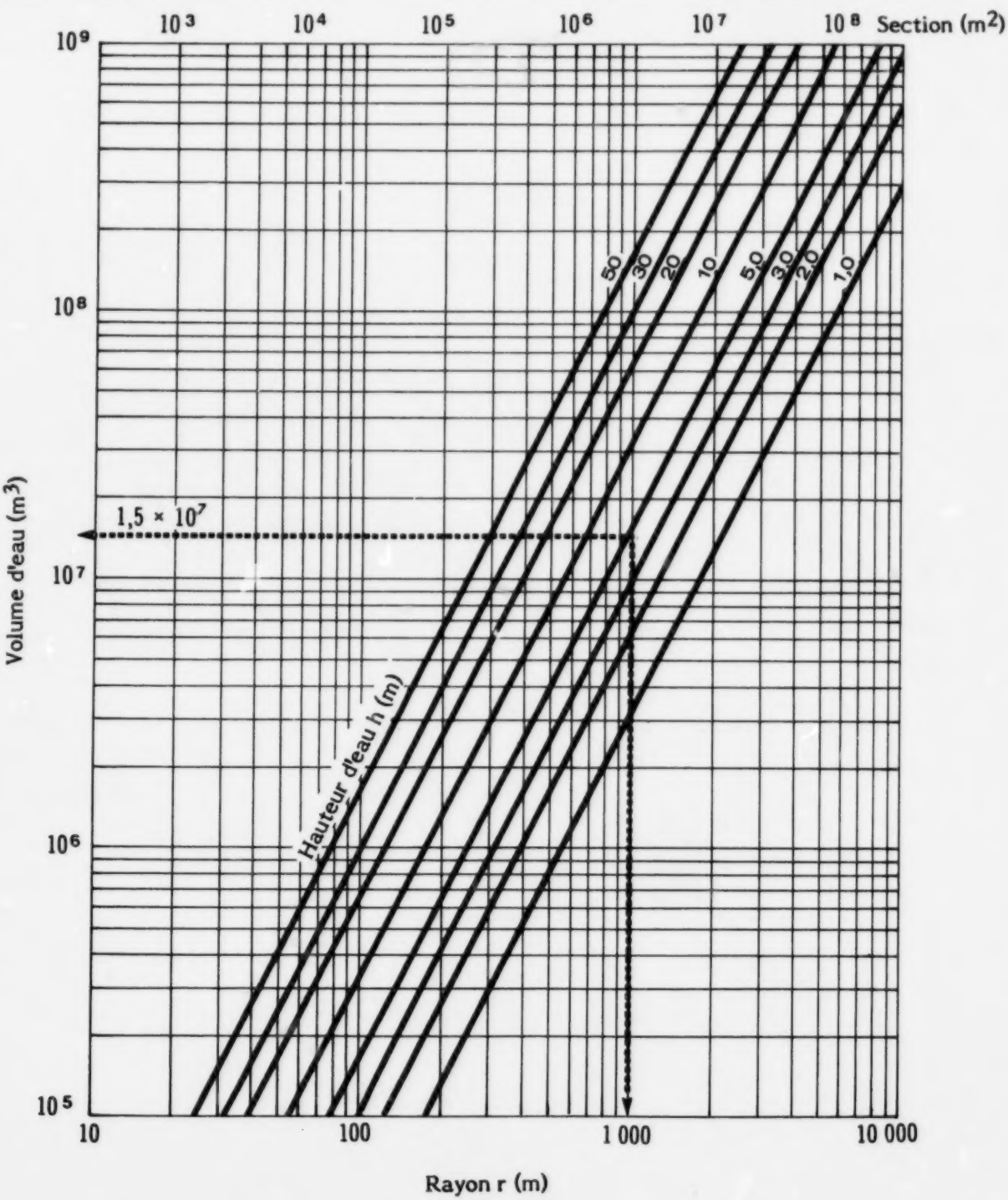
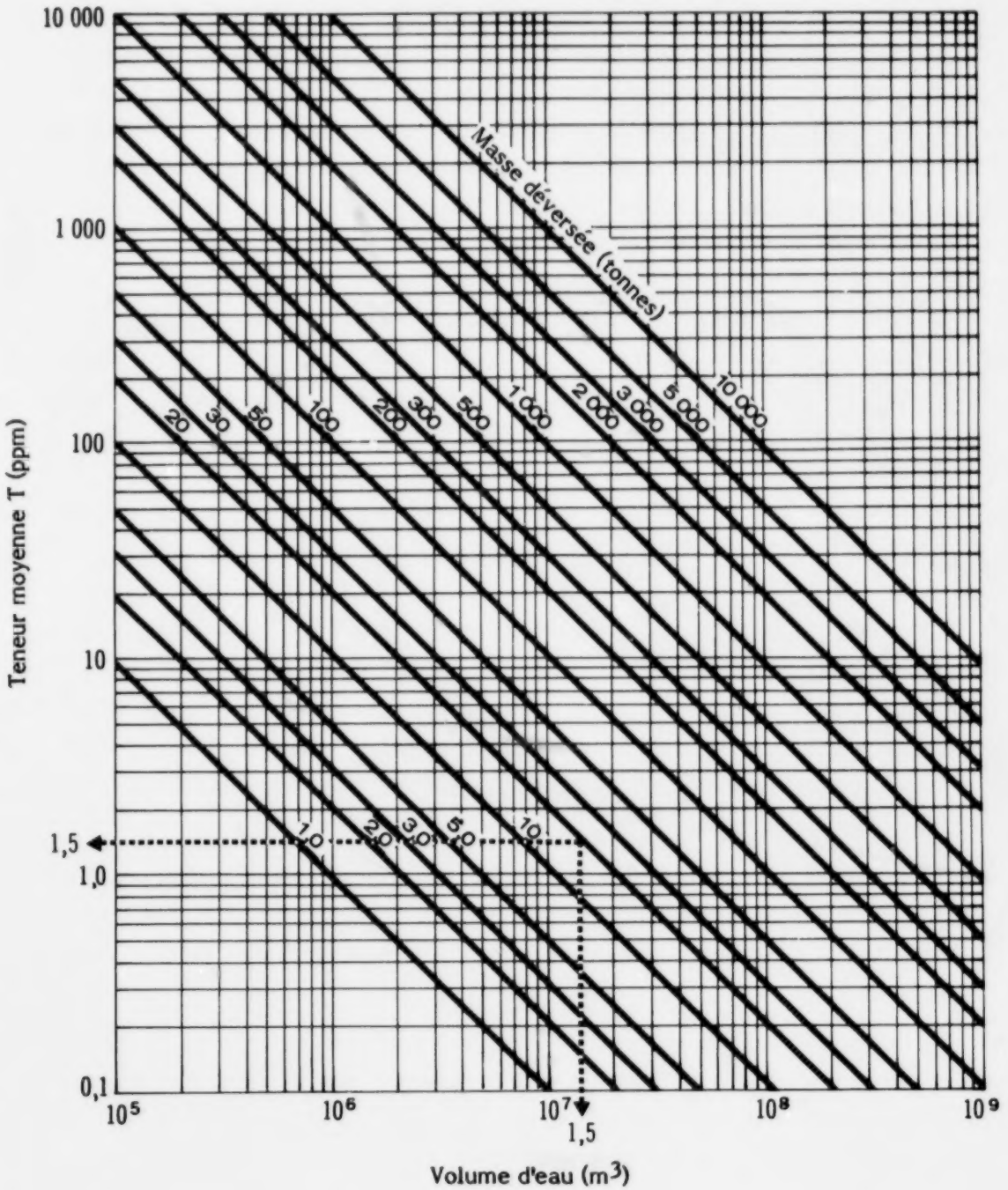


Figure 30

OXYDE DE PROPYLÈNE

TENEUR MOYENNE
EN FONCTION DU VOLUME D'EAU



5.5 Comportement dans le sol de surface et dans le sous-sol

5.5.1 Introduction. - Les lois de la migration des fluides dans le sol, ainsi que leur application dans le cadre de la présente collection, sont exposées dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*. Les éléments dont il faut tenir compte dans le cas du déversement et de la migration de l'oxyde de propylène sont présentés dans les paragraphes qui suivent.

L'oxyde de propylène est un liquide incolore, miscible à l'eau. Lorsque déversé sur le sol, le produit s'infiltrera et migrera dans le sous-sol. S'il pleut au moment du déversement ou que l'on utilise de l'eau au cours des opérations de nettoyage des lieux, il y aura dilution du produit. Il se produira une évaporation appréciable du liquide pur tant en surface que dans le sous-sol. Si le sol est saturé d'eau au moment du déversement, le produit ruissellera ou formera une mare.

Dans la présente section, les auteurs ont attribué au sol une capacité normale d'humidité, dite capacité au champ. Le sol recèle alors très peu d'eau interstitielle susceptible de diluer le produit au cours de sa migration ou de freiner son mouvement descendant: il s'agit donc d'un scénario parmi les pires.

Au cours de sa migration, une partie du produit sera retenue en surface mais la plus grande partie migrera dans le sous-sol jusqu'à la nappe phréatique. Dans le cas présent, nous avons fait abstraction de tout facteur pouvant ralentir la migration de l'oxyde de propylène. Voir la figure 31.

5.5.2 Migration du polluant dans un sol à capacité au champ. - Les équations et les postulats utilisés pour déterminer la migration du fluide dans la zone non saturée (à capacité au champ), jusqu'à la nappe phréatique, sont présentés dans le *Manuel d'introduction Enviroguide*. Les vitesses de migration font intervenir la loi de Darcy, alors que l'on pose comme hypothèse la formation d'une colonne saturée en solution polluée, par suite d'un écoulement en bloc (ou écoulement piston).

5.5.3 Coefficient de perméabilité d'un sol saturé vis-à-vis du polluant. - Le coefficient de perméabilté K_0 (ou conductivité hydraulique) mesure la perméabilité d'un sol saturé donné vis-à-vis d'une fluide donné. K_0, qui s'exprime en m/s, est donné par la formule suivante:

$$K_0 = \frac{(\rho g)k}{\mu}$$

où: k = perméabilité intrinsèque du sol (m^2)

ρ = masse volumique du fluide (kg/m^3)

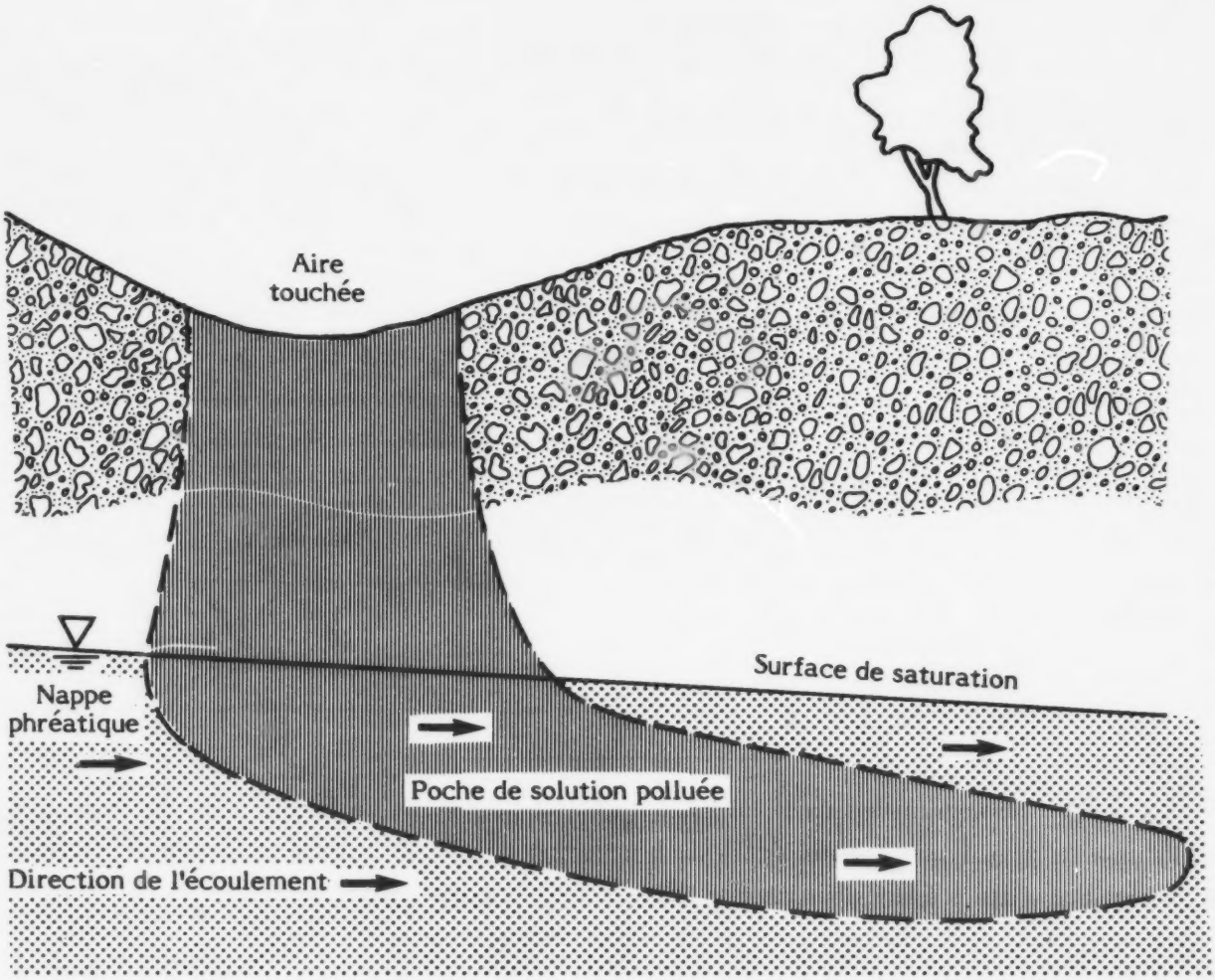
μ = viscosité absolue du fluide (Pa . s)

g = accélération de la pesanteur = 9,8 m/s^2.

Dans le cas présent, les fluides migrant sont l'oxyde de propylène et l'eau. Les valeurs établies pour l'eau correspondent au point extrême de dilution du produit.

Figure 31

OXYDE DE PROPYLÈNE — MIGRATION DANS LE SOUS-SOL



Sol: sable grossier
Porosité = 0,35
Perméabilité intrinsèque = 10^{-9} m^2
Capacité au champ = 0,075

Valeurs établies pour les fluides

Paramètre	Oxyde de propylène		Eau
	20 °C	4 °C	20 °C
Masse volumique (kg/m^3)	830	840	998
Viscosité absolue (Pa . s)	$0,31 \times 10^{-3}$	$0,36 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$
Coefficient de perméabilité d'un sol saturé (m/s)	$(2,63 \times 10^{-7})k$	$(2,29 \times 10^{7})k$	$(0,98 \times 10^{7})k$

5.5.4 Types de sol. - Le *Manuel d'introduction Enviroguide* décrit les trois types de sol retenus pour les besoins de la présente section. Le tableau ci-dessous présente les valeurs établies pour les paramètres qui influent sur la migration des fluides.

Valeurs établies pour les sols

Paramètre	Sable grossier	Sable limoneux	Till argileux
Porosité (m^3/m^3)	0,35	0,45	0,55
Perméabilité intrinsèque (m^2)	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}
Capacité au champ (m^3/m^3)	0,075	0,3	0,45

5.5.5 Nomogrammes de la migration. - Un nomogramme de la migration du fluide dans la couche de sol non saturée (c.-à-d. à capacité au champ) située au-dessus de la nappe phréatique a été préparé pour chaque type de sol mentionné. Chaque nomogramme montre la hauteur totale de migration h_m en fonction du temps de migration.

Vu les méthodes utilisées et les hypothèses posées, la profondeur atteinte par le fluide après un temps donné doit être considérée comme maximale.

Le lecteur trouvera à la figure 32 le plan d'utilisation des nomogrammes présentés aux figures 33, 34 et 35. Les droites illustrant la migration de l'eau indiquent les profondeurs maximales atteintes par celle-ci; elles représentent donc les limites de migration de l'oxyde de propylène dilué dans l'eau.

5.5.6 Exemple de calcul. - Vingt tonnes d'oxyde de propylène se sont répandues sur un sol constitué de sable grossier. L'aire touchée a un rayon de 8,6 m. La température atteint 20 °C. Calculer la hauteur de migration atteinte par le fluide, 4 minutes après le début du déversement.

Figure 32

OXYDE DE PROPYLÈNE — PLAN D'UTILISATION DES NOMOGRAMMES

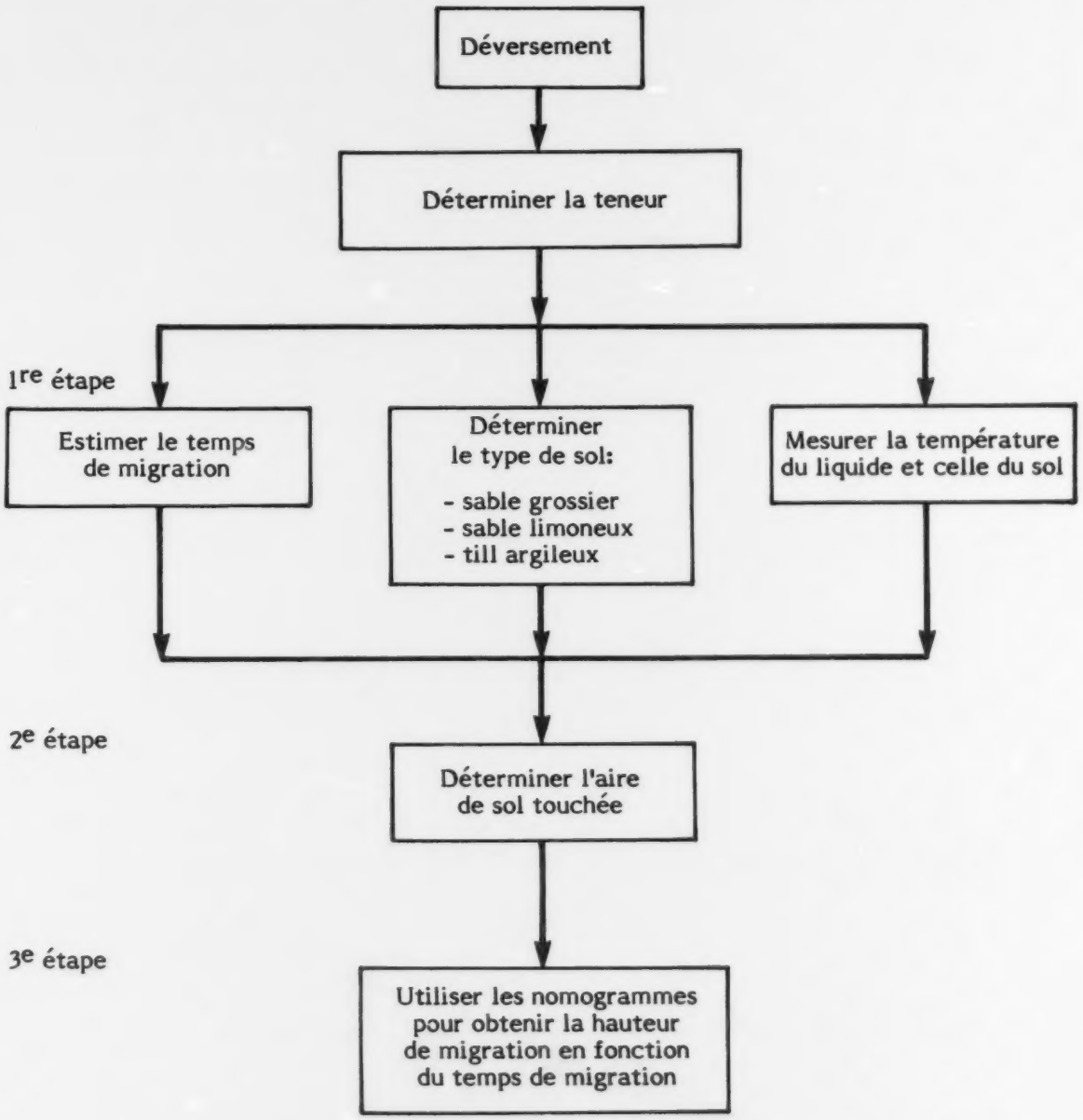


Figure 33

OXYDE DE PROPYLÈNE — MIGRATION DANS UN SABLE GROSSIER

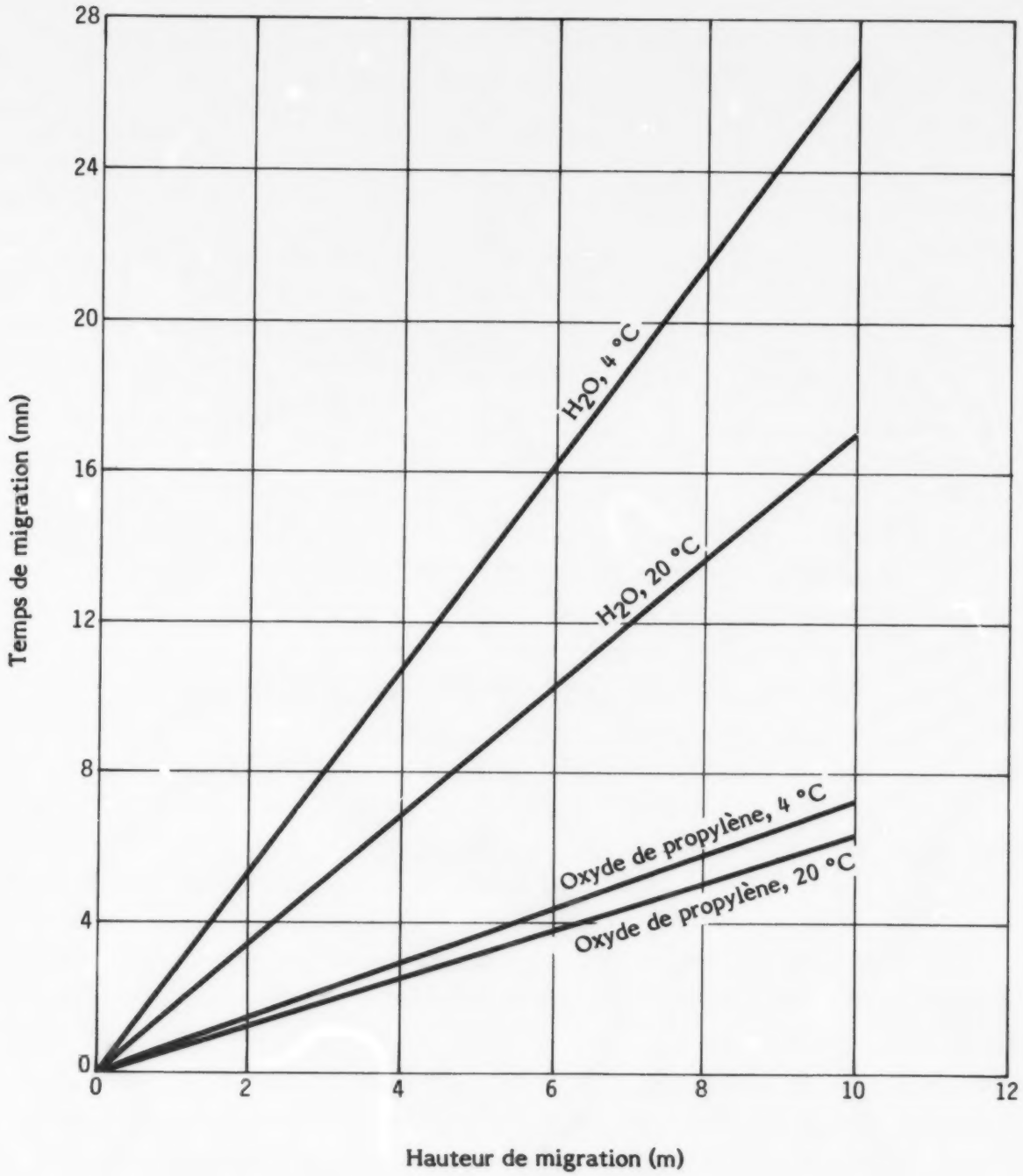


Figure 34

OXYDE DE PROPYLÈNE — MIGRATION DANS UN SABLE LIMONEUX

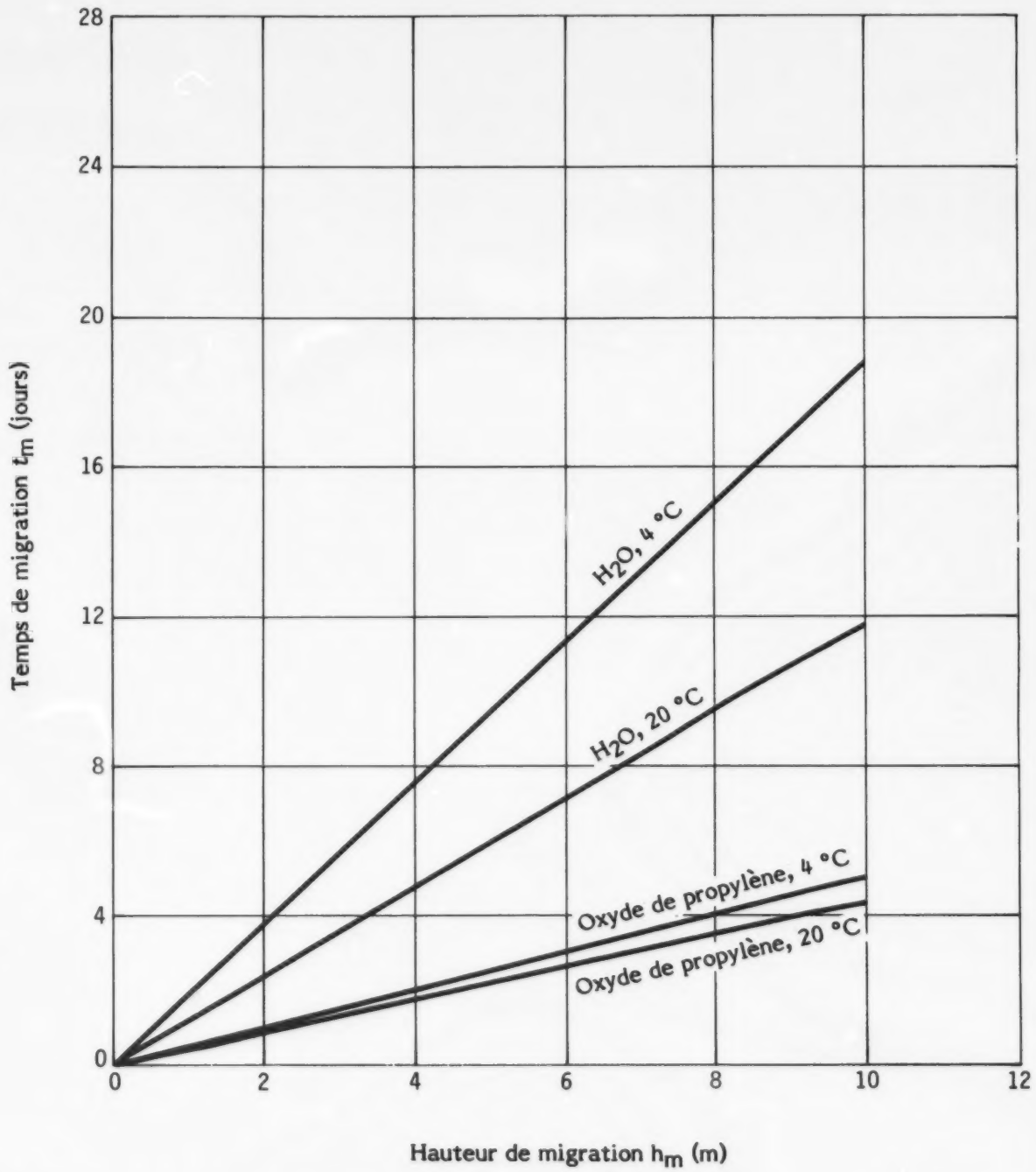
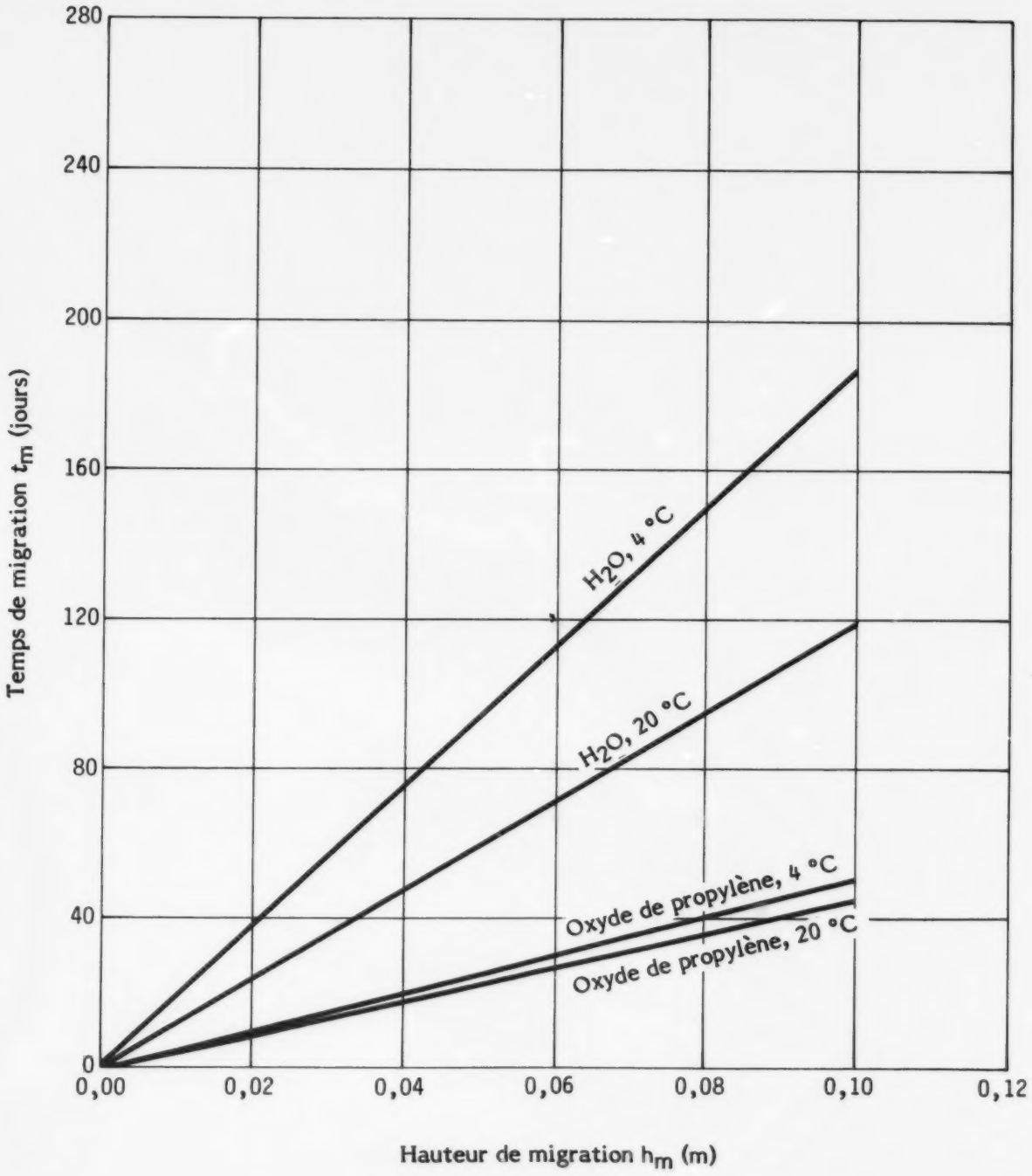


Figure 35

OXYDE DE PROPYLÈNE — MIGRATION DANS UN TILL ARGILEUX



Étape 1 Déterminer la valeur des paramètres.

Masse de fluide déversée = 20 000 kg (20 tonnes)

Température = 20 °C

Rayon de l'aire touchée = 8,6 m

Type de sol = sable grossier

Profondeur de la surface de saturation = 13 m

Temps écoulé depuis le début du déversement = 4 minutes

Étape 2 Calculer l'aire touchée par le fluide.

Aire = πr^2 = 232 m^2

Étape 3 Évaluer la hauteur de migration après 4 minutes.

Hauteur de migration: 6,2 m

La surface de saturation n'a pas été atteinte

6 PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

6.1 Limites maximales admissibles

6.1.1 Qualité de l'eau. - Il n'y a pas eu de réglementation particulière au Canada ou aux États-Unis en ce qui concerne la teneur de l'eau en oxyde de propylène.

6.1.2 Qualité de l'air. - La teneur maximale de l'air en oxyde de propylène a été fixée à 7800 $\mu g/m^3$ (*Ontario E.P. Act*, 1971).

6.2 Toxicité pour les espèces aquatiques

6.2.1 Évaluation de la toxicité aux États-Unis. - On a fixé pour l'oxyde de propylène une TLm 96 (tolérance moyenne pour 96 heures) "de plus de 1000 ppm" (RTECS, 1979). (À noter: cette norme a été abaissée depuis).

6.2.2 Mesures de la toxicité

Teneur (mg/l)	Durée (h)	Espèce	Effet	Conditions	Source
170	24	Poisson doré	DL 50	Eau du robinet, essai statique, pH de 7	Bridie, 1974
141	96	Gambusie	TLm	Essai statique, 20 °C	Verschueren, 1984
215	96	Crapet arlequin	TLm	Essai statique, 20 °C	Verschueren, 1984

6.3 Toxicité pour les mammifères

L'oxyde de propylène est un irritant chronique bénin, moyennement dangereux, quelle que soit la voie d'absorption. La TL 50 pour les rats est de 4000 ppm pour une exposition de 4 heures. Pour le contact cutané chez les lapins, la TL 50 est de 1290 ppm, pour une exposition de 14 jours (OHMS-TADS, 1981).

6.4 Dégradation du polluant

D.B.O. (M/M)	% théorique	Durée	Ensemencement	Procédure	Référence
0,33	75	1/3 à 5 jours	Boues activées	30 jours et plus d'acclimatation	Verschueren, 1984

6.5 Devenir et effets à long terme

L'oxyde de propylène se dissout rapidement dans l'eau. Par temps chaud, il y a évaporation rapide et le polluant disparaît rapidement du milieu aquatique. On n'a signalé aucun potentiel de bio-accumulation (OHM-TADS, 1981).

7 PROTECTION DE LA SANTÉ

L'oxyde de propylène est un irritant primaire. Le contact avec le produit même dilué cause des brûlures de la peau et de la cornée. L'oxyde de propylène provoque également une légère dépression du système nerveux central lorsque inhalé. L'ACGIH signale que la teneur détectable par 50 p. 100 des membres d'un jury peut atteindre 200 ppm, ce qui se situe bien au-delà de la teneur limite admissible. L'odeur n'est donc pas assez caractéristique et ne peut servir d'alerte (Doc. TLV, 1981).

À la suite d'essais effectués sur des animaux, l'oxyde de propylène semblerait être cancérogène (RTECS, 1979). De nombreux essais sur le pouvoir mutagène du produit ont été entrepris (RTECS, 1979). De nombreux essais sur le pouvoir mutagène du produit ont été entrepris (RTECS, 1979). La documentation consultée ne donne aucun renseignement permettant de dire si le produit a des effets tératogènes ou non. L'oxyde de propylène figure dans l'inventaire dressé par l'EPA conformément à la *Toxic Substances Control Act.*

Les données toxicologiques sont extraites de sources dignes de confiance. Il est à noter que certaines données valent pour des expositions de longue durée à de faibles teneurs, de sorte qu'elles ne s'appliquent pas nécessairement dans les cas de déversements. À l'exception des données sur la mutagénicité, la tératogénicité et la cancérogénicité, seules les données sur la toxicité aiguë pour des mammifères autres que l'homme apparaissent, afin de faciliter l'interprétation des données relatives à l'homme, le cas échéant.

7.1 Normes de qualité d'air ambiant

Les normes d'exposition à l'oxyde de propylène sont basées sur les propriétés irritantes du produit ainsi que sur ses effets de dépression du système nerveux central. L'oxyde de propylène produit la même symptomatologie que l'oxyde d'éthylène mais il est moins toxique que ce dernier. La TLV® a donc été fixée en conséquence (Doc. TLV, 1981). Au Canada, les directives des provinces s'alignent généralement sur celles élaborées par l'ACGIH aux États-Unis, à moins d'indication contraire.

Teneurs maximales admissibles

Norme	Origine	Teneur	Source
Teneur moyenne pondérée en fonction du temps			
TLV® (8 h)	ACGIH	20 ppm (50 mg/m^3)	TLV, 1983
PEL (8 h)	OSHA	100 ppm (240 mg/m^3)	NIOSH/OSHA, 1981
Teneur admissible (8 h)	C.-B.	100 ppm (240 mg/m^3)	B.-C., 1980

Norme	Origine	Teneur	Source
TMP (8 h)	Ontario	20 ppm (47 mg/m^3) (reste à débattre)	Ontario, 1981
Teneur polluante moyenne (8 h)	Saskatchewan	50 mg/m^3	Sask., 1981
Teneur moyenne (8 h)	Québec	100 ppm (240 mg/m^3)	Quebec, 1979
	Teneur pour une exposition de courte durée		
Teneur admissible (15 mn)	C.-B.	150 ppm (360 mg/m^3)	B.-C., 1980
Teneur polluante moyenne (15 mn)	Saskatchewan	75 mg/m^3	Sask., 1981
Teneur maximale	Québec	150 ppm (360 mg/m^3)	Quebec, 1979

Autres teneurs limites

Limite	Origine	Teneur	Source
IDLH	NIOSH/OSHA	2000 ppm	NIOSH Guide, 1978

Indice de toxicité par inhalation. - L'indice de toxicité par inhalation (I.T.I) représente une mesure de la capacité d'une substance de causer un dommage par suite d'une inhalation. On le calcule de la façon suivante:

I.T.I. = 1315,12 (pression de vapeur en mm de Hg (en l'occurrence 400 mm)/TLV•

à 18 °C, I.T.I. = 1315,12 (400 mm de Hg/20 ppm)

à 18 °C I.T.I. = 2,6 x 10^4

7.2 Données sur l'action irritante

7.2.1 Contact avec la peau

Exposition	Effet(s)	Source
• CHEZ L'HOMME		
Non précisée	Le contact du produit avec la peau occasionné par le port de vêtements souillés par de l'oxyde de propylène pur et même des solutions diluées jusqu'à 10 p. 100, provoquera	Patty, 1981

Exposition	Effet(s)	Source
	probablement de l'irritation, des ampoules voire des brûlures et ce même si le contact est de courte durée	
• CHEZ LE LAPIN		
415 mg	Irritation d'intensité moyenne en cas de plaies à vif	RTECS, 1979
50 mg (6 mn)	Très forte irritation	RTECS, 1979

7.2.2 Contact avec les yeux

Exposition	Effet(s)	Source
• CHEZ LE LAPIN		
5 mg	Très forte irritation	RTECS, 1979

7.3 Données sur les propriétés organoleptiques

7.3.1 Odeur. - L'oxyde de propylène a une odeur agréable, semblable à celle de l'éther (AAR, 1981). Valeur du seuil de perception: 16 600 (Verschueren, 1984).

Seuil	Milieu	Teneur	Source
Perception	Air	200 ppm	Doc. TLV, 1981
Olfactif absolu	Air	9,9 ppm	Verschueren, 1984
Perception par 50 p. 100	Air	35 ppm	Verschueren, 1984
Perception par 100 p. 100	Air	35 ppm	Verschueren, 1984

7.3.2 Saveur. - Nous n'avons trouvé aucune donnée dans la documentation consultée.

7.4 Études sur les effets toxiques

7.4.1 Inhalation

Exposition	Effets	Source
	Toxicité aiguë	
• CHEZ L'HOMME		
1000 ppm	Probablement inoffensif lors d'expositions répétées (10 mn/j, 5 jours par semaine au maximum)	Patty, 1981
1000 ppm	Probablement inoffensif en cas d'exposition unique (1 période de 1 heure par semaine)	Patty, 1981
400 ppm	Probablement inoffensif en cas d'expositions répétées ne dépassant pas 1 h par jour, et pas plus de 5 h par semaine	
400 ppm	Probablement inoffensif en cas d'exposition unique pour une période de 7 h, une fois par semaine	Patty, 1981
200 ppm	Probablement inoffensif en cas d'expositions répétées (4 h/j, pas plus de 5 j/semaine)	Patty, 1981
150 ppm	Probablement inoffensif en cas d'expositions répétées (7 h/j, 5 j/semaine au plus)	Patty, 1981
• CHEZ LE CHIEN		
2480 ppm (4 h)	Les 3 sujets sont morts en quelques heures	Patty, 1981
2005 ppm (4 h)	TL min.	RTECS, 1979
1330 ppm (durée non précisée)	Après 14 jours, les 3 sujets vivaient encore	Patty, 1981
• CHEZ LE COBAYE		
14 400 ppm (1 h)	Les 5 sujets sont décédés	Patty, 1981
14 400 ppm (durée non précisée)	Aucun des 5 sujets n'est décédé	Patty, 1981
7200 ppm (durée non précisée)	Aucun des 10 sujets n'est décédé	Patty, 1981
4000 ppm (4 h)	TL min.	RTECS, 1979
3600 ppm (2 h)	Aucun des 5 sujets n'est décédé	Patty, 1981

Exposition	Effets	Source
3600 ppm (5 h)	Un sujet sur 5 est décédé	Patty, 1981
3600 ppm (7 h)	Deux sujets sur 5 sont décédés	Patty, 1981
• CHEZ LE RAT		
14 400 ppm (30 mn)	Mortel pour les 10 sujets	Verschueren, 1984
7200 ppm (1 h)	Mortel pour 5 sujets sur 10	Verschueren, 1984
4000 ppm (4 h)	TL min.	RTECS, 1979
3600 ppm (1 h)	Aucun des 5 sujets n'est décédé. Aucune lésion apparente notée à l'autopsie	Patty, 1981
3600 ppm (2 h)	Quatre sujets sur 10 sont décédés	Patty, 1981
• CHEZ LA SOURIS		
1330 ppm (4 h)	Un sujet sur 10 est décédé	Patty, 1981

7.4.2 Ingestion

Exposition	Effets	Source
• CHEZ L'HOMME		
Non précisée	Dans une telle éventualité, les conséquences seraient des brûlures de l'appareil digestif, des nausées et vomissements	AAR, 1981
• CHEZ LE COBAYE		
690 mg/kg	DL 50	RTECS, 1979
• CHEZ LE RAT		
930 mg/kg	DL 50	RTECS, 1979

7.4.3 Contact avec la peau (effets disséminés)

Exposition	Effets	Source
	Toxicité aiguë	
• CHEZ LE LAPIN		
1500 mg/kg	DL 50	RTECS, 1979
• CHEZ LE COBAYE		
8640 mg/kg	DL 50	RTECS, 1979

7.4.4 Mutagénicité, tératogénicité et cancérogénicité

Exposition	Nature de l'essai (ou résultat)	Source
• CHEZ L'HOMME		
1850 µg/l (1 h)	Analyse cytogénique avec leukocytes. Aucun résultat consigné	RTECS, 1979
• CHEZ LA SOURIS		
3640 mg/kg (par intermittence, sur 91 semaines)	Administration par voie sous-cutanée. Formation de néoplasmes	RTECS, 1979
• BACTÉRIES		
Salmonella typhimurium		
700 µg/plaque	Étude de mutation sur micro-organismes pour déceler des modifications génétiques à transmission héréditaire	RTECS, 1979
700 µg/plaque	Analyse de la mutagénicité sur les microsomes pour déterminer la fréquence des mutations provoquées	RTECS, 1979
Escherichia coli		
700 µg/plaque	Étude de mutation sur micro-organismes pour déceler des modifications génétiques à transmission héréditaire	RTECS, 1979
700 µg/plaque	Analyse de la mutagénicité sur les microsomes pour déterminer la fréquence des mutations provoquées	RTECS, 1979

7.5 Symptômes et conséquences de l'intoxication

Aucune référence n'est donnée pour les symptômes de nature courante signalés dans la plupart des ouvrages de consultation. Seuls les symptômes ou troubles de nature particulière ou inhabituelle sont suivis d'une indication de source.

7.5.1 Inhalation

1. Irritation des yeux, des muqueuses nasales, de la gorge et des poumons.
2. Maux de tête.
3. Nausées.

4. Vomissements.
5. Ataxie.
6. Légère dépression du système nerveux central.
7. Perte de connaissance (CHRIS, 1978).

7.5.2 Ingestion

1. Irritation ou brûlures de l'appareil digestif (NIOSH/OSHA, 1981).
2. Nausées.
3. Vomissements.

7.5.3 Contact avec la peau

1. Irritation.
2. Ampoules (Patty, 1981).
3. Brûlures.
4. Corrosion.

7.5.4 Contact avec les yeux

1. Irritation.
2. Brûlures de la cornée.

8 COMPATIBILITÉ CHIMIQUE

8.1 Compatibilité entre l'oxyde de propylène et divers agents

Agent	Production de chaleur	Incendie	Explosion	Formation de gaz inflammables	Polymérisation brutale	Décomposition	Formation de vapeurs toxiques	Formation de substances d'une plus grande toxicité	Augmentation de la pression dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Remarques	Source(s)
En général														
Feu		•	•										Liquide inflammable. Les vapeurs forment un mélange explosif avec l'air	Sax, 1979; NFPA, 1978
Chaleur		•	•										*Idem*	Sax, 1979
Corps chimiques														
Acide chlorhydrique	•							•						NFPA, 1978
Acide chloro-sulfonique	•							•						NFPA, 1978
Acide fluorhydrique (à 48,7 p. 100)	•							•						NFPA, 1978
Acide nitrique (à 70 p. 100)	•							•						
Acide sulfurique (à 96 p. 100)	•							•						NFPA, 1978
Ammoniaque (à 28 p. 100)	•							•						NFPA, 1978
Hydroxyde de sodium		•	•			•							Probabilité de polymérisation	Bretherick, 1979
Oléum	•							•						NFPA, 1978

Agent	Production de chaleur	Incendie	Explosion	Formation de gaz inflammables	Polymérisation brutale	Décomposition brutale	Formation de vapeurs toxiques	Formation de substances d'une plus grande toxicité	Augmentation de la pression dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Remarques	Source(s)
Groupes de corps chimiques														
Catalyseurs				•									par ex., chlorures anhydres d'aluminium, de fer, stanneux	CCPA, 1984
Explosifs			•											EPA, 600/2-80-076
Oxydants	•	•											Oxydation totale	EPA, 600/2-80-076
Réducteurs	•													EPA, 600/2-80-076

9 MESURES D'INTERVENTION ET DE SÉCURITÉ

9.1 Mesures recommandées

Les brefs exposés qui figurent dans la présente section sont repris des ouvrages sur lesquels a porté notre enquête bibliographique. Leur formulation d'origine a été respectée pour éviter toute déformation de sens; ce faisant, il a été impossible d'empêcher que n'apparaissent des divergences entre les sources d'information. En fait, les divergences au sujet de mesures qui s'appliquent à des cas particuliers ne sont qu'apparentes, l'information pouvant être correcte ou non selon la situation. Le lecteur notera que la mention d'une mesure ne constitue d'aucune façon une recommandation de la part d'Environnement Canada.

9.1.1 Danger d'incendie. - L'oxyde de propylène est un liquide inflammable. Les vapeurs forment un mélange explosif avec l'air. Elles peuvent également atteindre une source d'inflammation très éloignée et provoquer un retour de flamme. Il y a risque de polymérisation du produit au contact de catalyseurs tels que le chlorure anhydre de fer, d'aluminium et stanneux, de peroxyde de fer et d'aluminium, d'acides forts et d'hydroxydes de métaux alcalins. La réaction est exothermique et il y a risque de violente explosion des récipients (NFPA, 1978).

9.1.2 Moyens d'extinction. - Ne pas tenter d'éteindre l'incendie avant d'avoir arrêté la fuite du produit (CCPA, 1984). Arroser les récipients exposés avec de l'eau pulvérisée, en se tenant à une bonne distance. Il peut arriver que l'eau ne soit d'aucune utilité pour combattre le feu (Kirk-Othmer, 1982).

Petit feu: poudre sèche, neige carbonique, eau pulvérisée ou mousse anti-alcool.

Grand feu: eau pulvérisée, brouillard d'eau pulvérisée ou mousse anti-alcool.

Enlever les récipients de la zone d'incendie si cela ne présente aucun danger et se tenir loin des têtes de citernes. En cas de feu de grande surface, utiliser des lances télécommandées ou des lances à tourelle (ERG, 1980).

9.1.3 Évacuation de la zone dangereuse. - Le présent paragraphe fournit des indications quant à la superficie à évacuer. Ces indications, qui sont tirées des sources bibliographiques consultées, ne sont malheureusement pas toujours accompagnées de la quantité de produit, des teneurs et des conditions environnementales qui nécessitent l'évacuation de la zone. Aussi est-il recommandé au lecteur de comparer les chiffres qui suivent aux valeurs qui peuvent être obtenues en utilisant les méthodes de calcul de la zone dangereuse, à la section 5.3, lesquelles tiennent compte des facteurs susmentionnés.

Superficie à évacuer, du côté sous le vent (zone dangereuse): 335 m de longueur sur 180 m de largeur.

Distance minimale de protection contre la volée d'éclats en cas d'explosion: 1520 m dans toutes les directions.

9.1.4 Mesures d'intervention en cas de déversement

9.1.4.1 Information générale. - Arrêter ou réduire la fuite du produit, si cela ne présente aucun danger. Supprimer toute source d'inflammation. Éviter que le produit vienne en contact avec la peau et ne pas inhaler les vapeurs qu'il dégage (Dow ERIS, 1981). Pulvériser de l'eau ou de la mousse extinctrice pour limiter le dégagement de vapeurs et protéger l'équipe affectée au colmatage de la fuite (NFPA, 1978; FCHHS, 1981).

9.1.4.2 Déversement sur le sol. - Dans le cas de petits déversements, recouvrir le produit déversé de sorbants inertes incombustibles comme du sable ou de la vermiculite. Ramasser à la pelle et déposer dans des récipients en vue de l'élimination (FCHHS, 1981; CCPA, 1984).

S'il s'agit d'un déversement important, contenir si possible le produit à l'aide d'une barrière mécanique pour éviter qu'il ne s'étale trop. Récupérer le plus possible de produit par pompage ou à l'aide d'autres dispositifs d'aspiration, puis répandre des sorbants tels que sable ou vermiculite, pour absorber le produit résiduel.

9.1.5 Nettoyage et traitement

9.1.5.1 Déversement dans l'eau. - Contenir si possible l'eau polluée et la recueillir pour épuration biologique dans une station d'épuration, par exemple. Le traitement sur place avec du charbon actif ou autre est inefficace. Des essais d'épuration par charbon actif ont montré que le propylène était absorbé à raison de 0,052 g par gramme de charbon. L'essai a été effectué avec des eaux brutes contenant 1000 mg de propylène par litre et après traitement, la teneur en propylène s'élevait encore à 739 mg/l, soit une diminution de 26,1 p. 100 (Verschueren, 1984).

9.1.5.2 Information générale. - L'épuration biologique convient pour des eaux faiblement polluées par de l'oxyde de propylène et à condition de disposer d'installations adéquates (Arco MSDS, 1981).

9.1.6 Élimination du polluant. - Ne *jamais* rejeter de l'oxyde de propylène ou des eaux polluées par de l'oxyde de propylène directement dans un égout ou des eaux de surface. Le produit peut être incinéré dans une installation homologuée, mêlé à un solvant pour améliorer la combustion, ou il peut être traité dans un centre agréé de traitement des déchets.

9.1.7 Appareils et vêtements de protection. - Avant d'entrer dans une zone où ni le produit déversé ni ses propriétés chimiques ne sont connus, il faut revêtir un scaphandre résistant aux agents chimiques et porter un appareil respiratoire isolant autonome. S'il s'avère que le produit déversé est de l'oxyde de propylène:

- L'équipe d'intervention *doit* porter des vêtements étanches. Les essais de résistance à la pénétration montrent que le polyéthylène est transpercé en une heure environ par l'oxyde de propylène. Le caoutchouc naturel, le néoprène, le nitrile, le polyuréthane, le polyalcool de vinyle, et le polychlorure de vinyle (PVC) résistent moins d'une heure (Little, 1983).
- L'équipe d'intervention doit porter des gants en polyéthylène, EPDM ou butyle, de préférence, des visières (écrans faciaux, de 20 cm au moins) et tout autre vêtement permettant d'éviter le contact du produit avec la peau (NIOSH/OSHA, 1981; FCHHS, 1981).
- Le port de lunettes anti-acide est conseillé lorsqu'il y a risque d'éclaboussures ou de projection du produit dans les yeux (Arco MSDS, 1981).
- Tout vêtement non imperméable souillé par de l'oxyde de propylène doit être enlevé *immédiatement* et ne sera pas réutilisé avant qu'il n'ait été nettoyé à fond (NIOSH/OSHA, 1981).
- On doit trouver sur les lieux de l'intervention et dans les endroits où l'on utilise de l'oxyde de propylène, des douches oculaires automatiques et des douches d'urgence qui soient faciles d'accès (NIOSH/OSHA, 1981).
- Les appareils requis pour la protection des voies respiratoires des personnes travaillant dans un endroit où l'on trouve de l'oxyde de propylène sont indiqués ci-dessous (NIOSH/OSHA, 1981).

Protection minimale des voies respiratoires pour une teneur en oxyde de propylène supérieure à 100 ppm

Situation	Équipement
Jusqu'à 1000 ppm	Tout respirateur (filtrant) à cartouche contre les vapeurs organiques. Tout masque à gaz avec cartouche au masque ou muni d'un boîtier (filtrant) contre les vapeurs organiques fixé sur la poitrine ou dans le dos.
Entre 1000 et 2000 ppm	Tout respirateur isolant à adduction d'air muni d'un masque couvre-visage, d'un casque ou d'une cagoule. Appareil respiratoire autonome avec masque couvre-visage.
Plus de 2000 ppm** ou pénétration et évacuation d'urgence dans un cas de teneur inconnue	Appareil respiratoire isolant avec masque couvre-visage, pulmo-commandé ou alimenté par tout autre système à surpression. Respirateur d'air combiné comprenant un appareil à adduction d'air de type C, avec masque couvre-visage pulmo-commandé à surpression, ou alimenté par tout autre système à pression superatmosphérique ou pulmo-commandé/à débit constant et un appareil auxiliaire pulmo-commandé à surpression ou alimenté par tout autre système à pression superatmosphérique.

Situation	Équipement
Lutte contre un incendie	Appareil respiratoire isolant avec masque couvre-visage, pulmo-commandé à surpression, ou alimenté par tout autre système à surpression.
Évacuation d'urgence	Masque à gaz pour vapeurs organiques. Tout appareil respiratoire isolant pour évacuation d'urgence.

* Seul l'équipement approuvé par le NIOSH ou l'OSHA doit être utilisé.

** Pour assurer une protection efficace de la peau ainsi que des voies respiratoires contre l'oxyde de propylène, le port d'un scaphandre avec respirateur isolant peut s'avérer nécessaire; on verra dans ce cas à ce que l'équipement soit choisi, utilisé et entretenu sous la supervision directe de personnel adéquatement formé. Lorsque la teneur en oxyde de propylène dépasse 2000 ppm, un appareil respiratoire isolant auxiliaire à surpression s'impose.

9.1.8 Entreposage. - Veiller à entreposer les récipients de façon à ce qu'ils ne puissent être heurtés, et de préférence dans un local non attenant à l'usine. Sinon, entreposer dans un local ou un placard spécialement aménagé pour les liquides inflammables. Ne pas entreposer à proximité de matières combustibles et d'oxydants (NFPA, 1978). L'oxyde de propylène ne doit pas être entreposé avec des acides, des bases, du chlorure de fer, du chlorure d'aluminium, du chlorure stanneux, du peroxyde de fer et du peroxyde d'aluminium en raison du risque de brutale polymérisation (Kirk-Othmer, 1982).

L'oxyde de propylène attaque certains plastiques, caoutchoucs et revêtements. Le produit ne doit pas venir en contact avec des métaux donnant lieu à la formation d'acétylures tels le cuivre et ses alliages (NIOSH/OSHA, 1981).

10 CAS D'ACCIDENTS

10.1 Information générale

Les renseignements donnés dans ce chapitre visent à aider le lecteur à comprendre les mesures d'intervention prises en cas de déversement. N'ont été retenus que les cas offrant un intérêt pour le lecteur; en conséquence, le nombre de cas rapportés ne traduit ni l'ampleur du problème ni la fréquence des accidents.

En ce qui concerne l'oxyde de propylène, nous n'avons relevé dans la documentation aucun cas susceptible d'intéresser le lecteur. Toute nouvelle information pertinente sera incluse dans les éditions ultérieures, au fil des progrès réalisés dans le domaine des techniques d'intervention.

11 IDENTIFICATION ET DOSAGE DU POLLUANT

Les méthodes d'analyse utilisées pour l'identification et le dosage des polluants chimiques d'intérêt prioritaire sont expliquées dans les lignes qui suivent.

Les méthodes décrites et les références signalées ont été choisies en fonction d'analyses d'échantillons d'air, d'eau et de sol devant être faites dans un laboratoire de chimie doté d'un équipement standard, éloigné du lieu d'où proviennent les prélèvements. Les auteurs ont consulté les sources habituelles exposant les méthodes normalisées ou recommandées, et décrit sommairement celles qui s'appliquent à chaque produit chimique. Parmi ces sources, on compte des publications du National Institute for Occupational Safety and Health des États-Unis (NIOSH), de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (EPA), de l'American Water Works Association, de l'American Society for Testing and Materials et de l'American National Standards Institute.

Lorsque les méthodes normalisées ou recommandées ont été jugées fiables et suffisamment spécifiques pour l'analyse des échantillons provenant des matières déversées et du milieu touché et lorsqu'elles ne nécessitaient pas un équipement de laboratoire hautement spécialisé, nous n'avons pas cherché plus loin; et lorsque nous avons découvert des tests simples et fiables, couramment utilisés dans l'industrie, nous les avons signalés.

11.1 Dosage de l'oxyde de propylène présent dans l'air (analyse quantitative)

11.1.1 Chromatographie en phase gazeuse (NIOSH, 1977). - Cette méthode permet de doser l'oxyde de propylène dans l'air lorsqu'il est présent à des teneurs comprises entre 121 et 482 mg/m^3 (50 à 203 ppm).

Un volume connu d'air est aspiré dans un tube de verre de 7 cm de longueur par 6 mm de diamètre externe renfermant deux sections de charbon actif de granulométrie 20/40, séparées par une couche de mousse d'uréthane de 3 mm. La première section contient 100 mg de charbon actif alors que la deuxième en contient 50 mg. Un tampon de laine de verre silanisé précède la première section. On recommmande de prélever un échantillon d'air de 5 litres à raison de 200 ml/mn.

Le tube est incisé à la lime en avant de la première section de charbon puis il est brisé. Le charbon du premier compartiment (100 mg) est transféré dans une fiole avec bouchon de 1 ml dans laquelle on a préalablement introduit 0,5 ml de disulfure de carbone. On répète l'opération pour le charbon du deuxième compartiment. Laisser désorber les échantillons pendant 30 mn.

Injecter une partie aliquote de 5 µl dans un chromatographe approprié muni d'un détecteur à ionisation de flamme. Le dosage de l'oxyde de propylène se fait à l'aide d'un

intégrateur électronique qui mesure l'aire des pics et on compare les résultats à une courbe d'étalonnage.

Les constantes typiques du chromatographe sont généralement les suivantes: débit du gaz vecteur (nitrogène), 50 ml/mn; (hydrogène), 65 ml/mn, débit de l'air, 500 ml/mn; température de l'injecteur, 225 °C; température de la colonne, 145 °C. Colonne en acier inox de 122 x 0,6 cm (4 pieds x 1/4 de pouce), garnie de PoraPak, type Q, de granulométrie 50/80.

11.2 Identification de l'oxyde de propylène présent dans l'air (analyse qualitative)

Il est possible d'identifier la présence d'oxyde de propylène dans l'air en utilisant un tube Dräger pour oxyde d'éthylène. Cette méthode convient pour des teneurs allant de 50 à 3000 ppm, en dépit de la sensibilité différente des deux produits.

Au moyen d'une pompe Dräger, on aspire un volume connu d'air dans le tube détecteur. Le virage du réactif jaune pâle au turquoise pâle indique que l'échantillon d'air analysé contient de l'oxyde de propylène. Le virage est provoqué par la réaction de l'oxyde de propylène avec un chromate pour former un composé chromique (Dräger, 1979).

11.3 Dosage de l'oxyde de propylène dans l'eau (analyse quantitative)

11.3.1 Spectrophotométrie dans l'infrarouge (AWWA, 1981). - Cette méthode convient pour des teneurs en oxyde de propylène comprises entre 40 et 400 ppm.

Recueillir dans un récipient approprié un échantillon d'au moins 1 litre de l'eau à analyser, et acidifier à pH 2 avec de l'acide chlorhydrique dilué. Compter environ 5 ml d'acide.

L'échantillon est transféré dans une ampoule à décanter. Rincer le récipient dans lequel se trouvait l'échantillon avec 30 ml de Fréon® 113 (trichloro-1,1,2 trifluoro-1,2,2 éthane). Décanter la phase solvant dans une fiole jaugée de 100 ml. Procéder à deux autres extractions avec 30 ml de Fréon® 113 et réunir les extraits dans la fiole jaugée. Porter au volume avec du Fréon®.

Effectuer la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre à infrarouge dans la gamme 3200 à 2700 cm^{-1} en utilisant des cuves appariées de 1 cm. La teneur de l'échantillon en oxyde de propylène est déterminée à l'aide d'une courbe d'étalonnage.

11.4 Identification de l'oxyde de propylène dans l'eau (analyse qualitative)

Recueillir l'échantillon tel qu'indiqué en 11.3.1 et l'extraire au Fréon® 113 (trichloro-1,1,2 trifluoro-1,2,2 éthane). Effectuer la lecture avec un spectrophotomètre enregistreur à double faisceau, muni de cuves appariées, en utilisant du Fréon® dans la cuve de référence. La présence de bandes d'absorbance caractéristiques indique que l'échantillon contient de l'oxyde de propylène (AWWA, 1981).

11.5 Dosage de l'oxyde de propylène dans le sol (analyse quantitative)

11.5.1 Spectrophotométrie dans l'infrarouge (AWWA, 1981). Il est possible de doser la teneur d'un sol en oxyde de propylène si ce dernier s'y trouve en quantité supérieure à 40 ppm.

Introduire dans un flacon de verre 20 g de sol pesés précisément et assécher avec du sulfate de magnésium. Extraire l'oxyde de propylène avec du Fréon• 113 (trichloro-1,1,2 trifluoro-1,2,2 éthane). Procéder à trois extractions en utilisant chaque fois 30 ml de Fréon•. Réunir les extraits dans une fiole jaugée de 100 ml et porter au volume avec du Fréon•.

Effectuer la lecture avec un spectrophotomètre à infrarouge dans la gamme 3200 à 2700 cm^{-1}, en utilisant des cuves de silice appariées de 1 cm pour le proche infrarouge. Déterminer la teneur à l'aide d'une courbe d'étalonnage.

11.6 Identification de l'oxyde de propylène dans le sol (analyse qualitative)

Recueillir et préparer l'échantillon tel que décrit en 11.5.1, et l'extraire avec du Fréon• 113. Effectuer la lecture avec un spectrophotomètre enregistreur à double faisceau et à infrarouge, en utilisant des cuves appariées de 1 cm et du Fréon• dans la cuve de référence. La présence de bandes d'absorbance caractéristiques indique que l'échantillon contient de l'oxyde de propylène.

12 RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE
(reproduction intégrale de l'édition anglaise)

12.1 Références

AAR 1981: BDM Corporation, The AAR Hazardous Materials Data Base, prepared for the Association of American Railroads, Parts I and II, McLean, VA (May, 1981).

Arco MSDS 1981: Arco Chemical Company, Material Safety Data Sheet, "Propylene Oxide", Philadelphia, PA (September, 1981).

ASTM 1980: American Society for Testing and Materials, Compilation of Odor and Taste Threshold Values Data, Philadelphia, PA, ASTM Data Series DS-48A (1980).

AWWA 1981: American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th edition, American Public Health Association, Washington, DC, Method 503B (1981).

Bretherick 1979: Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, second edition, Butterworths, London, England (1979).

Bridie 1974: Bridie, A.L., C.J.M. Wolfe and M. Winter, "The Acute Toxicity of Some Petrochemicals to Goldfish", Water Res., Vol. 13, pp. 623-626 (1974)

B.C. 1980: Workers' Compensation Board of British Columbia, Industrial Health and Safety Regulations, Workers' Compensation Act, Vancouver, British Columbia (July, 1980).

CCPA 1984: Canadian Chemicals Producers' Association, private communication (1984).

CDS 1967: National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, TX (1967).

Chem. Eng. 1976: Yaws, C.L., "Physical and Thermodynamic Properties", Chemical Engineering, Vol. 83, No. 8, pp. 129-137 (12 April, 1976).

CHRIS 1974: U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-446-3 (April, 1974).

CHRIS 1978: U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, DC (1978).

Corpus 1983: Corpus Information Services Ltd., "Propylene Oxide", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario (November 30, 1983).

Cox 1970: Cox, J.D. and G. Pilcher, Thermochemistry of Organic and Organometallic Compounds, Academic Press, London, UK (1970).

CRC 1980: Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH (1980).

DCRG 1978: Dow Chemical Company, Dow Chemical Resistance Guide for Dow Plastic Lined Piping Products, Midland, MI (1978).

Doc. TLV 1981: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, fourth edition, Cincinnati, OH (1981).

Dow 1984: Dow Chemicals Canada, Sarnia, Ontario, private communication (September, 1984).

Dow ERIS 1981: Dow Chemical Canada Inc., Emergency Response Information Sheet, Sarnia, Ontario (15 April, 1981).

Dow MSDS 1980: Dow Chemical Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Sarnia, Ontario (10 September, 1980).

Dow PPS 1972: Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Piping Systems, Midland, MI, Brochure 178-102-72 (1972).

Dow TED 1981: Dow Chemical Canada Inc., Transportation Equipment Data, Sarnia, Ontario (1981).

DPLV 1972: Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Valves, Midland, MI (1972).

Drager 1979: Leichnitz, K. (ed.), "Air Investigations and Technical Gas Analysis with Drager Tubes", Detector Tube Handbook, fourth edition, Lubeck, Germany, p. 78 (1979).

EPA 600/2-80-076: Hatayama, H.K., J.J. Chen, E.R. DeVera, R.D. Stephens and D.L. Storm, A Method for Determining the Compatibility of Hazardous Wastes, Municipal Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH (April, 1980).

EPA 670/2-75-042: Pilie, R.J. et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 670/2-75-042 (June, 1975).

ERG 1980: U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC (1980).

FCHHS 1981: Melvold, R.W. et al., Fire Control Handbook for Hazardous Substances, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Cincinnati, OH (December, 1981).

Kirk-Othmer 1978: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, third edition, Vol. 4, John Wiley and Sons, New York, NY (1978).

Kirk-Othmer 1982: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, third edition, John Wiley and Sons, New York, NY (1982).

Lange's Handbook 1979: Dean, J.A. (ed.), Lange's Handbook of Chemistry, 12th edition, McGraw-Hill Book Company Inc., New York, NY (1979).

* Lefèvre 1980: Lefèvre, M.J. and E.O. Becker, First Aid Manual for Chemical Accidents - For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson, and Ross, Inc., Stroudsburg, PA (1980).

* Publié également en français.

Little 1983: Schwope, A.D., P.P. Costas, J.O. Jackson and D.J. Weitzman, Guidelines for the Selection of Chemical Protective Clothing, Arthur D. Little Inc. for U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC (1983).

NFPA 1978: National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, seventh edition, Boston, MA (1978).

NIOSH 1977: National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, second edition, Vol. 2, S. 75, Cincinnati, OH (May, 1977).

NIOSH Guide 1978: U.S. Department of Health, Education and Welfare, Pocket Guide to Chemical Hazards, U.S. Department of Health, Education and Welfare, and U.S. Department of Labor, Washington, DC (1978).

NIOSH/OSHA 1981: U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, NIOSH Publication No. 81-123 (1981).

Noller 1958: Noller, C.R., Chemistry of Organic Compounds, second edition, W.B. Sanders Co., Philadelphia, PA (1958).

OHM-TADS 1981: Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Agency, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, DC (1981).

Ontario E.P. Act 1971: Ontario Ministry of the Environment, "The Environmental Protection Act, Statutes of Ontario 1971", Chapter 86, as amended; and Regulation 15 (General) as amended (1971).

Ontario 1981: Ontario Ministry of Labour, Exposure Criteria for Potentially Harmful Agents and Substances in Work Places, (FOR DISCUSSION ONLY), Standards and Programs Branch, Ministry of Labour, Toronto, Ontario (May, 1981).

Patty 1981: Clayton, G.D. and F.E. Clayton (eds.), Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vols. 2A, 2B, third revised edition, John Wiley and Sons Canada Limited, Toronto, Ontario (1981).

PPH 1974: Gallant, R.W., Physical Properties of Hydrocarbons, Vol. 1, Gulf Publishing Company, Houston, TX (1974).

Québec 1979: Cabinet du Lieutenant-Gouverneur, Gazette Officelle du Québec: Partie 2, Lois et règlements,, L'Éditeur Officiel du Québec (Novembre, 1979).

Rosenstock 1977: Rosenstock, H.M., K. Draxl, B. Steiner and J.T. Herron, Energetics of Gaseous Ions, National Bureau of Standards, Washington, DC (1977).

RTDCR 1974: Canadian Transport Commission, Regulations for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, published by Supply and Services Canada, Ottawa, Ontario (1974).

RTECS 1979: Lewis, R.J. and R.L. Tatken, Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH (September, 1980).

Sask. 1981: Saskatchewan Ministry of Labour, Occupational Health and General Regulations, Occupational Health and Safety Branch, Regina, Saskatchewan (May, 1981).

Sax 1979: Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, fifth edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY (1979).

Scott 1979: Scott's Industrial Directory of Ontario Manufacturers, 12th edition, P

TCM 1979: General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL (May, 1979).

* TDGC 1980: Transport Canada, Transportation of Dangerous Goods Code, Vol. 1 (Lists), Vol. 2, Ottawa, Canada (June, 1980).

TLV 1983: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV® Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1983-84, Cincinnati, OH (1983).

Ullmann 1975: Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim (1975).

Verschueren 1984: Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY (1984).

12.2 Bibliographie

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, fourth edition, Cincinnati, OH (1981).

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV® Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1983-84, Cincinnati, OH (1983).

American Society for Testing and Materials, Compilation of Odor and Taste Threshold Values Data, Philadelphia, PA, ASTM Data Series DS-48A (1980).

American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th edition, American Public Health Association, Washington, DC, Method 303B (1981).

Arco Chemical Company, Material Safety Data Sheet, "Propylene Oxide", Philadelphia, PA (September, 1981).

BDM Corporation, The AAR Hazardous Materials Data Base, prepared for the Association of American Railroads, Parts I and II, McLean, VA (May, 1981).

Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, second edition, Butterworths, London, England (1979).

Bridie, A.L., C.J.M. Wolfe and M. Winter, "The Acute Toxicity of Some Petrochemicals to Goldfish", Water Res., Vol. 13, pp. 623-626 (1974).

* Publié également en français.

Cabinet du Lieutenant-Gouverneur, Gazette Officelle du Québec: Partie 2, Lois et règlements, L'Éditeur Officiel du Québec (Novembre, 1979).

Canadian Chemicals Producers' Association, private communication (1984).

* Canadian Transport Commission, Regulations for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, published by Supply and Services Canada, Ottawa, Ontario (1974).

Clayton, G.D. and F.E. Clayton (eds.), Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vols. 2A, 2B, Third Revised Edition, John Wiley and Sons Canada Limited, Toronto, Ontario (1981).

Corpus Information Services Ltd., "Propylene Oxide", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario (November 30, 1983).

Cox, J.D. and G. Pilcher, Thermochemistry of Organic and Organometallic Compounds, Academic Press, London, UK (1970).

Dean, J.A. (ed.), Lange's Handbook of Chemistry, 12th edition, McGraw-Hill Book Company Inc., New York, NY (1979).

Dow Chemical Canada Inc., Emergency Response Information Sheet, Sarnia, Ontario (15 April, 1981).

Dow Chemical Canada Inc., Material Safety Data Sheet, Sarnia, Ontario (10 September, 1980).

Dow Chemical Canada Inc., Transportation Equipment Data, Sarnia, Ontario (1981).

Dow Chemical Company, Dow Chemical Resistance Guide for Dow Plastic Lined Piping Products, Midland, MI (1978).

Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Piping Systems, Midland, MI, Brochure 178-102-72 (1972).

Dow Chemicals Canada, Sarnia, Ontario, private communication (September, 1984).

Dow Chemical Company, Dow Plastic Lined Valves, Midland, MI (1972).

Gallant, R.W., Physical Properties of Hydrocarbons, Vol. 1, Gulf Publishing Company, Houston, TX (1974).

General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL (May, 1979).

Hatayama, H.K., J.J. Chen, E.R. deVera, R.D. Stephens and D.L. Storm, A Method for Determining the Compatibility of Hazardous Wastes, Municipal Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH (April, 1980).

Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, third edition, Vol. 4, John Wiley and Sons, New York, NY (1978).

* Publié également en français.

Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, third edition, John Wiley and Sons, New York, NY (1982).

* Lefèvre, M.J. and E.O. Becker, First Aid Manual for Chemical Accidents - For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson, and Ross, Inc., Stroudsburg, PA (1980).

Leichnitz, K. (ed.), "Air Investigations and Technical Gas Analysis with Drager Tubes", Detector Tube Handbook, fourth edition, Lubeck, Germany, p. 78 (1979).

Lewis, R.J. and R.L. Tatken, Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH (September, 1980).

Melvold, R.W., Fire Control Handbook for Hazardous Substances, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Cincinnati, OH (December, 1981).

National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, TX (1967).

National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, MA (1978).

National Institute for Occupational Safety and Health, Manual of Analytical Methods, Second Edition, Vol. 2, S. 75, Cincinnati, OH (May, 1977).

Noller, C.R., Chemistry of Organic Compounds, second edition, W.B. Sanders Co., Philadelphia, PA (1958).

Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Agency, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, DC (1981).

Ontario Ministry of Labour, Exposure Criteria for Potentially Harmful Agents and Substances in Work Places, (FOR DISCUSSION ONLY), Standards and Programs Branch, Ministry of Labour, Toronto, Ontario (May, 1981).

Ontario Ministry of the Environment, "The Environmental Protection Act, Statutes of Ontario 1971", Chapter 86, as amended; and Regulation 15 (General) as amended (1971).

Pilie, R.J. et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 670/2-75-042 (June, 1975).

Rosenstock, H.M., K. Draxl, B. Steiner and J.T. Herron, Energetics of Gaseous Ions, National Bureau of Standards, Washington, DC (1977).

Saskatchewan Ministry of Labour, Occupational Health and General Regulations, Occupational Health and Safety Branch, Regina, Saskatchewan (May, 1981).

Sax, N.I., Dangerous Properties of Industrial Materials, fifth edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY (1979).

* Publié également en français.

Schwope, A.D., P.P. Costas, J.O. Jackson and D.J. Weitzman, Guidelines for the Selection of Chemical Protective Clothing, Arthur D. Little Inc. for U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC (1983).

Scott's Industrial Directory of Ontario Manufacturers, 12th edition, Penstock Directories Limited, Oakville, Ontario (1979).

* Transport Canada, Transportation of Dangerous Goods Code, Vol. 1 (Lists), Vol. 2, Ottawa, Canada (June, 1980).

Ullmanns Encyckopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim (1975).

U.S. Department of Health, Education and Welfare, Pocket Guide to Chemical Hazards, U.S. Department of Health, Education and Welfare, and U.S. Department of Labor, Washington, DC (1978).

U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, NIOSH Publications No. 81-123 (1981).

U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-446-3 (April, 1974).

U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC (1980).

U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, DC (1978).

Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY (1984).

Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH (1980).

Workers' Compensation Board of British Columbia, Industrial Health and Safety Regulations, Workers' Compensation Act, Vancouver, British Columbia (July, 1980).

Yaws, C.L., "Physical and Thermodynamic Properties", Chemical Engineering, Vol. 83, No. 8, pp. 129-137 (12 April 1976).

* Publié également en français.